



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

TESIS

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA VERTICAL EMPACADORA,
DOSIFICADORA Y SELLADORA DE ACCIONAMIENTO
MECÁNICO – NEUMÁTICO CONTROLADO POR UN PLC
PARA FUNDAS DE ARROZ**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL EN INGENIERIA
MECANICA ELECTRICA**

Autor (es):

Bach. Herrera Bellodas, Elguer Diego

Bach. Lumbres Álvarez, Rafael Santos

Asesor:

MG. Vives Garnique, Juan Carlos

Línea De Investigación:

Ingeniería De Procesos Productivos – Diseño Mecánico

Pimentel-Perú

2018

DISEÑO DE UNA MÁQUINA VERTICAL EMPACADORA, DOSIFICADORA
Y SELLADORA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO – NEUMÁTICO
CONTROLADO POR UN PLC PARA FUNDAS DE ARROZ

Aprobación de la tesis

Mg. Vives Garnique Juan Carlos
Presidente del jurado de tesis

Mg. Silvia Yvone Gastiaburu Morales
Secretaria del jurado de tesis

Msc. Manuel Luis Amaya Checa
Vocal del jurado de tesis

DEDICATORIA

A mis padres, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final.

Rafael Lumbres. A.

DEDICATORIA

dedico de una manera especial a mis padres, porque fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional. Ofreciéndome el amor y calidez de la familia a la cual amo. A dios quien supo guiarme en el camino y darme fuerza para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban.

Diego Herrera. B.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en las sediciones, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es y lo justa que puede llegar hacer. Gracias por permitirme cumplir con la experiencia en el desarrollo de esta tesis.

Rafael Lumbres. A.

AGRADECIMIENTO

Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida a nuestra Universidad Señor de Sipán.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, en mi formación como profesional preparado para enfrentar a la sociedad.

Diego Herrera. B.

ÍNDICE

INTRODUCCION	10
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Situación Problemática:	11
1.2. Formulación del Problema.....	14
1.3. Hipótesis	14
1.4. Objetivos	14
1.5. Justificación	16
1.5.1. Justificación Económico	16
1.5.2. Justificación Ambiental.....	16
1.5.3. Justificación Social	16
1.5.4. Justificación Técnico.....	16
1.6. Antecedentes de investigación.....	17
1.7.1. Estado del arte.....	18
1.7.2. Bases teóricas científicas	19
1.7.2.2. Materiales empleados en empaques flexibles y aplicaciones.....	20
1.7.2.3. Configuraciones comunes de empaques flexibles.	23
1.7.2.4. Máquinas Empacadoras.	24
1.7.2.5. Sistema de dosificación.....	27
1.7.2.6. Sistema de sellado.	29
1.7.2.7. Sistema de corte.	31
1.7.2.8. Sistema de formadores de Fundas.....	31
1.7.2.9. Sistemas de Guiado y Arrastre.	32
1.7.3.0 Sistema de Automatización y Control de las empacadoras.	34
1.7.3.1. Elementos para el diseño mecánico.....	37
1.7.3.2. Sensores.....	40
1.7.3.4. Elementos del sistema neumático.	41
1.8. Cálculo y diseño del contenedor.....	45
1.8.0. Características del alimento a empaçar.	45
1.8.1. Análisis de la tolva con software FEA.....	56
1.8.2. Cálculo y diseño del dosificador volumétrico.....	59
1.8.3. Diseño del tornillo regulador de altura.	61
1.8.4. Características de la rosca.....	62

1.8.5.	Par de torsión del tornillo de potencia.....	63
1.8.6.	Cálculo y diseño del sistema de transmisión del dosificador	67
1.8.7.	Diseño del engranaje.	67
1.8.8.	Diseño del piñón.	71
1.8.9.	Cálculo de diseño del formador para la bolsa	73
1.8.10.	Placa Soporte del Formador.	75
1.8.11.	Análisis de cargas:	76
1.8.12.	Tubo Alimentador.	81
1.8.13.	Análisis de cargas.	82
1.8.14.	Diseño del Sistema de sellado para mordaza horizontal.	86
1.8.15.	Placa soporte mordaza exterior.	87
1.8.16.	Análisis de cargas:	88
1.8.17.	Sellado Vertical de la mordaza.	91
1.8.18.	Placa soporte mordaza de sellado vertical	92
1.8.19.	Análisis de Cargas.....	92
1.8.20.	Selección del motor eléctrico reductor	96
1.8.21.	Diseño de la transmisión por cadena.....	98
1.8.22.	Diseño y cálculo de eje transversal.	100
1.8.23.	Cálculo y diseño del eje motriz.	106
1.8.24.	SELECCIÓN DE LOS RODAMIENTOS.	111
1.8.25.	Selección de arrastre de bobina.	116
1.8.26.	Diseño de la porta bobina.....	118
1.8.28.	Selección de accionamiento neumático.	122
1.8.30.	Cilindro neumático para corte de fundas:.....	126
1.8.31.	Cilindro neumático para mordaza vertical.	126
1.8.32.	Selección de electroválvulas.	126
1.8.33.	Selección y diseño del sistema automatizado.	128
1.8.34.	Selección del PLC.....	132
1.8.35.	Secuencia de funcionamiento de la máquina.	132
1.8.36.	Asignación de variables de control.	133
1.9.	Definición de Términos Básicos	136
II.	MATERIALES Y MÉTODOS	138
2.1.	Tipo y Diseño de investigación	139
2.2.	Población y muestra	140

2.3.	Variables.....	140
2.4.	Selección y diseño del sistema mecánico.....	140
2.5.	Caja Negra.....	141
2.6.	Operacionalización:.....	142
2.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	144
2.7.1.	Procedimientos para la recolección de información.....	144
2.8.	Diagrama de Flujo De Procesos.....	146
2.9.	Descripción de Procesos.....	147
2.10.	Validación y confiabilidad de instrumentos.....	148
2.10.1.	Aspectos Éticos.....	148
2.10.2.	Principios de rigor científico.....	149
III.	RESULTADOS.....	150
3.1.	Procesos Técnicos.....	151
3.2.	Matriz morfológica.....	152
3.3.	Tiempo total de programación.....	157
3.4.	Costo de inversión.....	157
3.5.	Costos.....	159
3.5.1.	Costos Directos.....	159
3.5.2.	Costos Indirectos.....	171
3.5.3.	Costo total.....	171
3.6.	Planos.....	171
3.7.	Manual de mantenimiento y operación de la maquina empacadora de arroz.	172
3.7.1.	Descripción de la máquina.....	172
3.7.2.	Transporte de la máquina.....	172
3.7.3.	Condiciones de almacenamiento.....	172
3.7.4.	Mantenimiento rutinario.....	173
3.7.5.	Instrucciones de Operación.....	175
3.8.	Recomendaciones.....	176
3.9.	Conclusiones.....	177
IV.	Referencias Bibliográficas.....	180
	ANEXOS.....	182

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática:

El objetivo que nos lleva a realizar esta investigación es debido a la necesidad y problema que tienen las pequeñas empresas arroceras que se encuentran en un proceso emergente en un mercado tan hostil como el que tenemos ahora. El empaqueo de arroz de estas pequeñas empresas se caracteriza por ser un proceso manual y rudimentario el cual emplea demasiado tiempo porque se realizan diferentes procesos para poder lograr un empaque final. Estos tipos de procesos manuales y rudimentarios generan la poca confianza del producto debido a la poca inocuidad del grano que se desea empaocar ya que es un alimento de alto poder nutricional y forma parte de la canasta familiar.

El arroz es una de las principales materias primas para estas empresas industriales que se dedican a su explotación y exportación, las cuales se ven afectadas por factores tales como: sociales, económicos, tecnológicos y de muy poca inocuidad. Esta situación se refleja en la obtención del producto a precios sumamente elevados; lo que hace que sean pocos competitivos tanto a nivel nacional como a nivel internacional. El cual requiere del cumplimiento de todas las normas de calidad y ofrecimiento de máquinas de elevada confiabilidad, construidas en base a diseños que satisfagan las necesidades del cliente.

En Colombia según la federación nacional de arroz (Fedearroz) el consumo per cápita está entre 70 Kg anuales frente a 40 kg del resto del país, lo cual nos indica que existe mayor nivel de pobreza en la región del Caribe. Se complementa lo dicho anteriormente por tanto para atender la demanda interna, esta situación se da en la mayoría de los productos a granel, especialmente con los que hacen parte de la canasta familiar. Según el presidente de Fedearroz, Rafael Hernández, el arroz, sometido a los cambios de precio del mercado a nivel mundial, debido a los subsidios de productos como el sorgo y el trigo, no solamente el arroz, va directamente contra los productores colombianos, lo cual fueron utilizados como un comodín para negociar el resto del TLC.

Ahora, durante los operativos, la POLFA evidenció que la modalidad más utilizada lo cual se empacan en pequeñas cantidades de arroz, azúcar y otros, en vehículos procedentes de Venezuela, su destino final son las bodegas, fincas, rancherías y parqueaderos ubicados principalmente en los sectores de Paraguachón, Carraipía, Mayayura, Montelara, Albania, Uribía y Maicao. De allí salen para su distribución **(Dangond B, 2015)**

En el análisis de la problemática del arroz en nuestro país. Sin embargo, no se espera mucho de parte del gobierno, ya que el manejo macroeconómico es lo que prima en las decisiones de importación, en el desmedro del interés de los productores agrícolas que siempre son los más afectados. Las industrias que se dedican a su explotación a nivel nacional se ven afectadas por factores tales como: económicos, sociales, tecnológicos y de competitividad. Esta situación se refleja en la obtención de productos de poca calidad y a precios sumamente elevados; lo que hace que sean poco competitivos a niveles internacionales.

La necesidad por el envase y empaque de los alimentos se ha dado desde hace muchos años atrás. Lo primero que la humanidad aprendió a envasar fue el agua y lentamente esta práctica se extendió a otros productos ya que los mantiene limpios, secos, facilitan el transporte y los protegen de agentes ambientales dañinos como el agua, el aire o la luz. El empackado de productos

de consumo humano los cuales estés se hace de forma manual, lo cual lleva a una ineficiencia y se desata un efecto de problemas, los cuales aumentan el costo del producto final.

Hoy en día el empaque y el envase desarrollan un rol importante ya que tiene el trabajo de informar y describir su contenido de manera fácil al consumidor y, permitiendo que solo al mirar el producto el cliente pueda identificarlo inmediatamente, además debe brindar la seguridad que al ser consumido tendrá un producto fresco (**Julca Briceño, 2010**).

Un sector claramente diferenciado del resto es el de la producción y distribución de ciertos productos de consumo masivo, tales como: azúcar, arroz, sal, avena, etc. De entre los cuales el arroz sobresale del resto por los altos niveles de producción que los diferentes molinos en nuestra región han logrado alcanzar. Estos altos niveles de producción, les exige a los molinos mayor capacidad para empacar su producto sin dejar de garantizar inocuidad y buena presentación en el mismo.

Esto los llevará a querer adquirir máquinas formadoras - llenadoras de fundas, que no se fabrican en nuestra región Lambayeque. Pero la adquisición de estas máquinas, tanto aquí como en el extranjero, resulta muy costosa aun tratándose de máquinas usadas. Es por eso que el objetivo de esta investigación será el poder diseñar una máquina formadora llenadora de fundas, que trabaje a un costo más competitivo a la de las maquinas usadas que se pueden encontrar en el mercado. Para poder lograr esto se va a ajustar el diseño a las condiciones locales y a las necesidades de nuestros posibles clientes, aprovechando al máximo los recursos disponibles y simplificando en lo posible los sistemas sin dejar a un lado los beneficios de la tecnología actual.



*Φιγυρα 1: Υβιχαχι ίν δε λασ εμπρεσασ εμπαχαδορασ δε αρροζ
Φυεντε: Ελαβοραχι ίν Προπια*

1.2. Formulación del Problema

¿El diseño de una máquina vertical empacadora, dosificadora y selladora controlado por un PLC mejorará la producción para fundas de arroz?

1.3. Hipótesis

Mediante el diseño de una máquina empacadora que permita el adecuado control del producto utilizando la dosificación volumétrica, y los accionamientos controlados por un PLC permitirán que la funda de arroz se genere de forma adecuada sin presentar defectos de sellado.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar una máquina vertical, empacadora mecánica – neumática controlada a través de un PLC, para fundas de arroz que permita formar la bolsa a partir de una lámina de plástico, dosificar el arroz y sellar herméticamente la funda.

1.4.2. Objetivos Específicos

Identificar las variables principales del proceso de la máquina empacadora.

Evaluar las alternativas para el diseño de la máquina.

Calcular el volumen de empaquetado de la máquina.

Realizar el cálculo mecánico teórico de los elementos mecánicos, más críticos para el correcto dimensionamiento y selección de los componentes de la máquina empacadora.

Realizar el cálculo neumático y eléctrico de la máquina empacadora.

Modelar los componentes en software CAD.

Realizar el análisis de elementos finitos a los elementos mecánicos más críticos utilizando el software CAE.

Seleccionar los componentes del sistema de control.

Realizar la programación en lenguaje LAD del sistema de control.

Desarrollar el análisis económico de la máquina.

Elaborar planos mecánicos de la máquina empacadora de arroz utilizando la norma de dibujo pertinente.

Elaborar planos neumáticos.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Económico: En las máquinas empacadoras modernas controlado por PLC, tienen una adecuada sincronización de los diferentes sistemas, permite que se obtenga una gran capacidad de producción, es por este motivo que el control automático es un aspecto muy importante dentro de las máquinas destinadas a la producción. Lo cual asegurará la inocuidad del producto.

1.5.2. Justificación Ambiental: El diseño trabajará con un sistema mecánico-neumático controlado a través de PLC, lo cual no necesitará de ningún aditivo químico para su mantenimiento.

1.5.3. Justificación Social: Permitirá dar mejores condiciones de trabajo y seguridad al operario, además de especialización en este tipo de máquinas automatizadas. El diseño de la máquina incrementará la calidad y producción en las empresas de Lambayeque. Generando un costo menor en la producción de las empresas.

1.5.4. Justificación Técnico: El diseño de la máquina contará con un sistema mecánico, neumático y electrónico para la producción elevada de empaques, y además se requieren motores más eficientes, lo cual se obtiene bajo costo competitivo.

1.6. Antecedentes de investigación

1.6.1. Antecedentes:

México (FERREIRA, 2008), La gran importancia que generan los granos en la economía nacional es importante desarrollar un dispositivo capaz de empacar los diversos granos que nuestro campo produce, por lo tanto, se plantea la necesidad de diseñar un sistema con cierto grado de automatización con el fin de empacar granos, disminuyendo costos y aumentando la velocidad de producción, para incrementar así la rentabilidad de una determinada empresa.

Nuevas tecnologías para la agroindustria le damos un mayor apoyo al campo y a los productores de los productos básicos necesarios para el consumo de las personas. Busca dar un punto de apoyo para el campo que se ha visto afectado por la falta de interés e inversión reflejándose en el abandono de las zonas agrícolas dándoles una opción mucho más accesible para evitar intermediarios brindándoles una mayor ganancia y la opción de vender productos a un menor costo para los consumidores.

La política de modernización económica del gobierno afecta desfavorablemente la producción de granos y por ende a las industrias manufactureras, que obtienen del sector agrícola sus fuentes de materia prima, es por esto que este tipo de proyectos hacen que se desarrollen nuevos productos que mejoren el empaque de diversos productos.

Piura (Medina Carrillo, 2013), El presente trabajo de investigación se desarrolla el diseño y la construcción de una máquina dosificadora y empacadora de snacks para la línea de producción de la empresa ECUAMEX S: A. en el cual presenta un estudio de los sistemas de empaque donde se especifica cada uno de sus procesos. Para ello propone la implementación del centro de supervisión autorizado de esta planta con la finalidad de operar, controlar y supervisarla de manera integral. En este amplio proyecto se

especifican los detalles para una primera etapa cuyo objetivo es la adquisición de datos y el control de supervisión SCADA con su soporte por una plataforma de equipos y programas de las instalaciones para operar la planta, que garanticen seguridad, calidad y servicio adecuados de empaqueo de los alimentos y posibilitar el desarrollo de su automatización en la segunda etapa.

(Perú 2016), Si bien es cierto existen algunas empresas en la región de Lambayeque dedicadas a construir máquinas empaadoras, en el cual no logran cubrir con las necesidades y expectativas de los clientes. En el caso de las empresas de Lambayeque no disponen de un diseño en el cual basarse para la construcción de sus máquinas, esto obliga a su personal a tomar decisiones de forma empírica que repercute las pérdidas de tiempo y materiales en el cual se ve reflejados en el costo final de la máquina.

Nosotros pretendemos dar una solución diseñando una máquina empaadora, dosificadora y selladora por lo cual es controlado por PLC, para el mejoramiento de sus productos y de esa manera brindar máquinas de calidad con funcionamiento óptimo con el objetivo de ser más competitivos para posicionarse como empresa líder.

1.7. Marco teórico

1.7.1. Estado del arte

(LTDA), 2014)

Son las máquinas de su tipo, más avanzadas del mercado. En comparación con las manuales, neumáticas, y de control numérico, la máquina empaadora automática interactiva marca Tecnopack LTDA, modelo servocam avgc-16/26, tipo vertical para el empaque de arroz, en bolsas de polietileno tipo cojín con opción de fondo cuadrado, con formato f130 para la presentación de 500 gr y se ofrecen a su disposición cualquier formato entre f-100 y f-160, sellado por impulso, con dosificador de vaso único, tipo escotilla con vasos intercambiable ajustables entre 250 y 1.000 gr., con un rendimiento de 60 paquetes/minuto.

Con sistema dosificador volumétrico de vaso único y mando neumático tipo escotilla con aso intercambiable entre 100 y 1000 grs, la maquina se entrega con vasos intercambiables para 500 grs ajustables entre 400 y 600 grs.



Figura 2: Μύθινα χον σιστεμα δοσιφιχαδορ ψ μανδο νευμ(τιχο).

Φυεντε: ηττπ://δοπινμαθ.χομ.μξ/βλογ/

1.7.2. Bases teóricas científicas

1.7.2.1. Arroz.

El arroz es la semilla de la planta *Oryza sativa*. Se trata de un cereal considerado alimento básico en muchas culturas culinarias, así como en algunas partes de América Latina. El arroz es el segundo cereal más producido en el mundo, tras el maíz.



Φιγυρα 3: Αρροζ.

*Φυεντε: ητππ://δοτβαιρεσσηοππινγ.χομ/λοσ-βενεφιχιος-δελ-αρροζ-ψ-υνα-ρεχετα-παρ
α-ποσ/*

1.7.2.2. Materiales empleados en empaques flexibles y aplicaciones.

La inmensa variedad y disponibilidad de materiales con diversas propiedades permite al fabricante de envolturas flexibles "confeccionar a medida" un tipo de material de envase para cada aplicación.

Polietileno (PE)

El polietileno o polieteno (abreviado PE) es el plástico más común. La producción anual es de aproximadamente 80 millones de toneladas métricas. Su uso principal es el de embalajes (bolsas de plástico, láminas y películas de plástico, geomembranas, contenedores incluyendo botellas, etc.) Muchos tipos de polietileno son conocidos, pero casi siempre presenta la fórmula química $(C_2H_4)_n$. El PE es generalmente una mezcla de compuestos orgánicos similares que difieren en el valor de n. El polietileno es un material barato, no tiene olor o sabor que pueda afectar el producto empacado, y es fácilmente sellable por calor, permitiendo una alta productividad, aun utilizando equipos simples. Las temperaturas de sellado para este tipo de material están entre 120 y 200 °C.

Los polietilenos de baja densidad son utilizados para el envase de algunas bebidas, productos granulados y lácteos. Por ejemplo, la leche fresca debe tener un envase económico y a la vez protector; se emplea usualmente LDPE pigmentado de negro para la cara interna en contacto con el producto (protección contra la luz) y con LDPE pigmentado de blanco como cara externa e impresa.



Φιγυρα 4: πολιετιλενο.

ΦυENTE: <http://www.quiminet.com/articulos/aplicaciones-del-poli-etileno-de-solquim-2565682.htm>

Polipropileno (PP)

Los envases de polipropileno permiten mantener por más tiempo los alimentos en buenas condiciones, pues el material ofrece una segura protección contra las influencias externas, ya sean físicas (golpes e impactos), biológicas (propiedades antimicrobianas, barrera contra los agentes patógenos y protección contra el envejecimiento del alimento) y químicas (resistencia a los factores climáticos y al derrame de productos). Uno de los factores importantes a la hora de elegir un envase de alimentos 100% seguro es su resistencia. Al no romperse el plástico, el producto no se contamina y es seguro para quien lo manipula, especialmente los niños, lo que no sucede con los envases de vidrio u otro tipo de plásticos que pueden desprender partículas o quebrarse.

Los envases de polipropileno tienen infinitas aplicaciones en la industria alimenticia y pueden ser de utilidad para todo tipo de bebidas y alimentos sólidos.



Φιγυρα 5: Πολιπροπιλενο.

ΦυENTE: Fuente: <http://www.imprexa.com.mx/2013/11/plastico-polipropileno/>

Poliéster (PET)

El PET es un plástico que se emplea en todo el mundo para producir botellas y otras clases de recipientes. Este poliéster resiste la corrosión y el calor y puede combinarse con diferentes sustancias para incrementar sus propiedades. Debido a que su uso en contacto con alimentos es autorizado por la Ley, el PET suele emplearse para la fabricación de los envases de bebidas. Otra característica destacada del PET es que es reciclable, ya sea a través de un proceso químico o mediante una acción mecánica.



Φιγυρα 6: Πολιεστερ.

Φυεντε: σπανιση.αλιβαβα.χομ

Foil de aluminio (AL)

El foil de aluminio es ampliamente considerado como el material de envasado más versátil del mercado debido a su química inerte y a su estabilidad metalúrgica. El aluminio es un material excelente para el envase y el embalaje. Es ligero e impermeable, con excelentes propiedades que protegen los productos de la luz, la humedad, el oxígeno y los microorganismos que pueden alterar la conservación. No es tóxico ni tiene sabor y en muchos casos, no tiene rival como material de envase para alimentos y productos farmacéuticos. Son de gran utilidad en el empaque de margarinas y mantequillas.



Φιγυρα 7: Φοιλ δε αλυμνιο .

*Φυεντε: ηττπ://ωωω.θυμινετ.χομ/αρτιχυλοσ/λοσ-διφερεντεσ-τιποσ-δε-σιστεμασ-δε-εν
σαχαδο-56449.ητμ*

1.7.2.3. Configuraciones comunes de empaques flexibles.

Bolsa de tres sellos (Tipo almohada).

Bolsa con sus 3 aristas selladas, esta se fabrica por diseño, capacidades de la borseadora o bien por facilidad de fabricación. Los empaques con esta configuración son utilizados para arroz, azúcar, caramelos, café, líquidos, entre otros. Los acabados que pueden tener las Bolsas Metalizadas tipo sobre con 3 sellos son: transparentes, metalizado mate, metalizado brillante, laca mate a registro, holograma a registro y ventana.



Φιγυρα 8: Βολσα τιπο αλμοηαδιλλα δε 3 σελλοσ

Φυεντε: ηττπ://ωωω.βολσασπαραχαφε.μεξ/βολσασ-τιπο-αλμοηαδα/

Bolsa de tres sellos con fondos planos

Este estilo de bolsa cuenta con fuelles laterales y base completamente plana la cual le proporciona la apariencia de caja y le provee mayor estabilidad en estantes.

Características Principales:

Impresión atrapada

Variedad de estilos: con zipper, sin zipper, con zipper tipo bolsillo, etc.

Resellables / No resellables

4 paneles de impresión.



Figura 9: Bolsa de tres sellos con fondos planos

Φυεντε: <http://www.bolsaspapel.net/bolsa-con-fuelle-lateral-y-sello-lateral/>

1.7.2.4. Máquinas Empacadoras.

La máquina empacadora es una máquina comúnmente se la utiliza para empacar granos o polvos aprovechando el producto en buen estado y luego lo comprime para formar del prensado. Cuando el presando alcanza su longitud, ésta es atada mediante dos unidades de atado, y es luego expulsada de la máquina. Existiendo también dos formas de operación para la empacadora siendo estas verticales y horizontales con diferente sistema de medición.



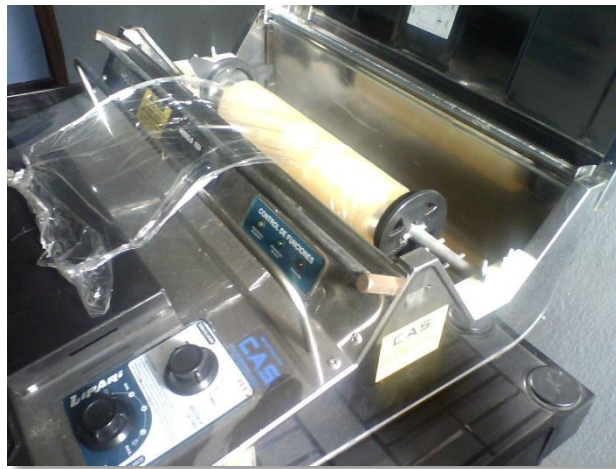
Φιγυρα 10: Μ(θυινα περιτιχαλ ψ ηοριζονταλ δε εμπαχαδορα δε αλιμεντοσ.

Φυεντε: <http://www.pidcodecolombia.com/>

Empacadora Manuales

Son de uso generalmente domestico que sirve para empacar productos en fundas ya formadas

Para este proceso se utilizaban selladores manuales, de las primeras lanzadas en el mercado, con un sistema básico de calentamiento por resistencia, y transferencia de calor, sin embargo, muchos fabricantes han adaptado a este tipo de equipo mecanismos para agitar su uso, obteniendo resultados moderados en producción, pero muy económicos.



Φιγυρα 11: Μ(θυινα περιτιχαλ ψ ηοριζονταλ δε εμπαχαδορα δε αλιμεντοσ.

Φυεντε: <http://pe.clasificados.com/selladoras-empacadoras-46538>

Empacadora semiautomáticas

Como su nombre lo indica, algunos procesos se realizan de forma manual y otros de forma automática.

Incorpora un formador de bolsa y el arrastre de lámina de empaque puede ser automático.

Logra a concentrar en un solo operador, las tareas de dosificación y empaque, lográndose producciones aceptables, dependiendo del tipo de producto, dosis y habilidad del operador. Por esta razón, estas máquinas son ideales para micro mercados.



Φιγυρα 12: Μίθρινα περιχιγαλ ψ ηοριζονταλ δε εμπαχαδορα δε αλιμεντοσ.

Φυεντε: ηττπ://ωω.ινγεσιρ.χομ.αρ/οδοσπολ.ητμ

Empacadora Automáticas

Combinan sistemas mecánicos, neumáticos y electrónicos gobernados por un sistema de control lógico programable, para la producción elevada del empaquetamiento.

Lo cual permiten la adaptación de impresores, cintas transportadoras, elevadores, etc.

Las máquinas empacadoras automáticas necesitan la asistencia de un operador, únicamente para el control de la máquina, reduciendo así los costos por mano de obra. Son máquinas ideales para grandes productores y empresas que necesitan un elevado volumen de producción.



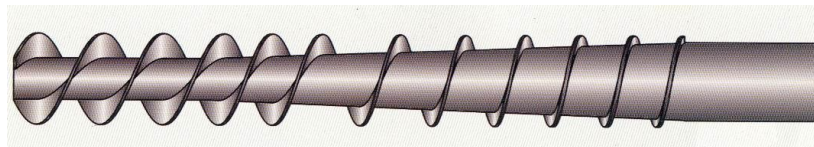
Φιγυρα 13: Μάκινα εμπακιωρα αυτωμάτικα.

Φυεντε: ηττπ://ωωω.φαμενσαλ.χομ.

1.7.2.5. Συστμα δε δοςιφικακιόν.

Δοςιφικακιόν Μεδιαντε Τορνιλλο Σιν Φιν

Εστωσ εκιποσ σον ιδεαλεσ γα δοςιφικακιόν πολυωσ γα προδωκτωσ πυλβερωλενωσ δε διφικιλ δεσλιζαμιεντο, κομω ηαρινα, εσπεκιασ, κακωο, καφέ, ετω. Γενεαλμεντε σε κονστρουεν εν ακερο ινωξιδαβλε.



Φιγυρα 14: Δοσιφιχακιόν εν Μεδιαντε Τορνιλλο Σιν Φιν.

Φυεντε: ηττπ://σλιδεπλαυερ.εσ/σλιδε/2273644/

Dosificación Volumétrica o Sistema de alimentación

Es usada para trabajos con empacadoras semiautomáticas o directamente en empacadoras automáticas, se construyen en varios tamaños y modelos con vasos de acero inoxidable con capacidad regulable. Se construyen en varios tamaños y modelos con cámaras de acero inoxidable y capacidad regulable.



Figura 15: Δοσιφίχαχι ἴν ζολυμῆτριχα

Φυεντε: <http://slideplayer.es/slide/2273644/>

Dosificador por Pesaje

Posee un alimentador a la celda de carga de forma vibratoria lo que evita la rotura del producto, el control del peso se lo realiza de forma digital mediante el uso de una entrada analógica de un microcontrolador, logrando de esta manera dosificaciones de alta precisión, estos dosificadores. Son ideales para trabajar con cualquier producto solido o snacks de formas irregulares. Estos dosificadores son utilizados en las envasadoras automáticas en configuración de varios cabezales de forma semiautomática.



Figura 16: Δοσιφίχαχι ἴν πορ πεσαδο

Φυεντε: [ηττπ://σλιδεπλαμερ.εσ/σλιδε/2273644/](http://σλιδεπλαμερ.εσ/σλιδε/2273644/)

Volumétrico Por Pistón Neumático.

Este tipo de máquinas permite dosificar con gran rapidez y exactitud muchos tipos de productos líquidos y viscosos, los primeros directamente pueden ser conectados a estanques previos; sin embargo, para los productos viscosos se recomienda la utilización de tolva asociada al equipo dosificador por el tipo de válvula a utilizar. La dosis se genera por volumen y desplazamiento del pistón. Esto se logra con la parada que le da al cilindro neumático los switch que posee.



Φιγυρα 17: Dosificación Volumétrica por pistón neumático.

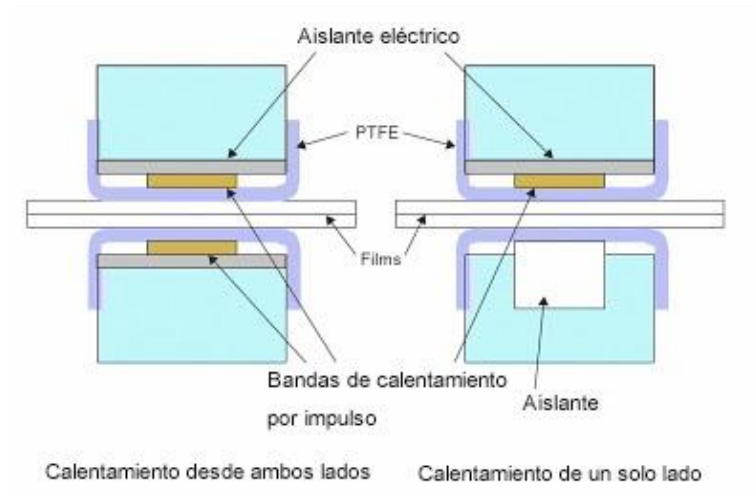
Φβενητε: <http://www.vescovoweb.com/tresCosturas.html>

1.7.2.6. Sistema de sellado.

Para efectuar el sellado del plástico, varios sistemas utilizan calor y presión, los más usados son los que funcionan con resistencias eléctricas como fuentes de calor, sin embargo, la ultra frecuencia y el aire caliente también son usados para este fin. A continuación, se presenta un cuadro donde se muestra los distintos tipos de sistemas de sellado.

Mordaza Caliente o Temperatura Constante

El sellado es producto gracias a la presión y el calor ejercida por las mordazas. La temperatura es controlada gracias a un pirómetro que regula el suministro de corriente, el cual calienta las resistencias eléctricas que se encuentran en las mordazas.



Φιγυρα 18: Μορδαζα Χαλιεντε ο Τεμπερατυρα Χονσταντε.

Φυεντε: http://www.ual.es/personal/alm212/documentos/Complementos_Tecnologia_Mecanica.pdf.

Sellado por impulso

La temperatura no permanece constante en la mordaza. Consta de una niquelina la cual es calentada por instantes de tiempo, esto se logra regulando el periodo de impulso de corriente por medio de un temporizador y regulando el voltaje suministrado.



Φιγυρα 19: Σελλαδο πορ ιμπυλσο.

Φυεντε: <http://www.chuen-an.com/es/category/sellador-de-impulso/A01.html>

1.7.2.7. Sistema de corte.

Es partes de un componente muy importante de la máquina de empacadora de granos, la cual no está sometidas a cargas, por lo tanto, no tiene definición en el factor de seguridad.

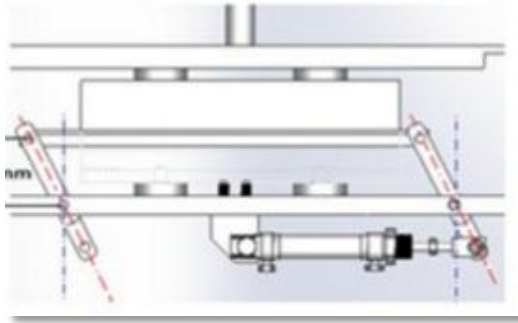


Figura 20: Sistema mecánico de corte.

Fuente: <http://www.nermasa.com/web/es/machines>

1.7.2.8. Sistema de formadores de Fundas.

Para cualquier máquina y según sea sus necesidades, para ancho de lámina que se requiera esto se construye de tal forma que el material de empaque ingrese por la zona posterior y se enrolle alrededor del conducto de alimentación formado un tubo continuo de material de empaque con un traslape que permite el sellado longitudinal. Son construidos de acero inoxidable en dos diseños: cuello circular y cuello rectangular.



Figura 21: Formadores de fundas circulares y rectangulares.

Fuente: <http://www.nermasa.com/web/es/machines>

1.7.2.9. Sistemas de Guiado y Arrastre.

En las máquinas empacadoras verticales generalmente las bobinas de plásticos se ubican en la parte posterior, de ahí el material de empaque es guiado por una serie de rodillos hacia el transformador. La ubicación de los rodillos depende del tipo de accesorios que se desee instalar en la máquina. Para dicho fin existe un mecanismo de arrastre que ejerce una atracción en el material ocasionando que se deslice por el formador y que luego pueda producirse el sellado tanto vertical como horizontal generando una producción continua de empaques.

Existen tres tipos de mecanismos de arrastre: por mordazas, por rodillos y por correas de deslizamiento.

Por Mordazas

En este tipo de sistema su instalación de la mordaza es sellado horizontal lo cual es un marco que desplaza hacia abajo, guiado por unos ejes verticales, y arrastrando el plástico. Sus movimientos del marco se dan por la acción de un cilindro neumático, el cual mediante unos brazos pivotados produce el desplazamiento. Cuando llega al punto inferior donde se produce la dosificación del producto y el corte de la bolsa las mordazas se abren permitiendo que el carrito suba para comenzar un nuevo ciclo. Y como ventaja tiene un alto rendimiento, lo cual produce 2 procesos en uno solo, arrastre y sellado horizontal.

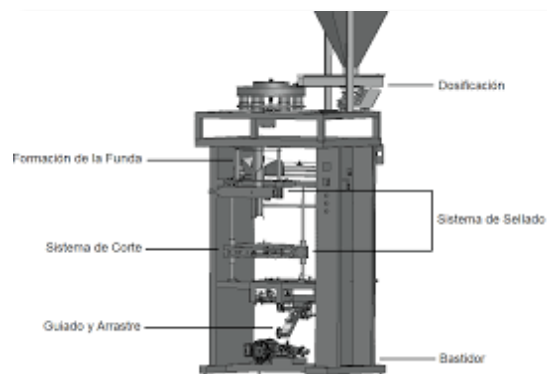


Figura 22: Sistema de arrastre por mordazas

Fuente: <http://slideplayer.es/slide/2273644/>

Por Rodillos

El material de empaque tiene un proceso más eficaz con la cual pasa por el transformador y es arrastrado el producto de la atracción de un sistema de rodillos vulcanizados. Los mismos que se encuentran ubicados a la izquierda y a la derecha del tubo de alimentación, y su facilidad es adaptarse a cualquier conducto de alimentación.



Φιγυρα 23: Σιστημα δε αρραστρε πορ μορδαζασ

Φουεντε: <http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/rodillo-99639-2.html>

Por Correas De Deslizamiento

Posee un funcionamiento similar al de arrastre por rodillos, el giro de los rodillos se da por la acción de un sistema motriz, el cual debe ser accionado por un variador de velocidad para controlar la aceleración y desaceleración del plástico, o a su vez deberá contar con un freno de embrague de accionamiento electromagnético que le permita arrastrar el plástico y pararlo suavemente con el fin de no dañarlo.



Φιγυρα 24: Χορρεασ Δε Δεσλιζαμιεντο.

Φυεντε: <http://www.interempresas.net/Envase/>

1.7.3.0 Sistema de Automatización y Control de las empacadoras.

Para el correcto funcionamiento de la empacadora se requiere de un sistema de control, el cual gobernará de forma coordinada los sistemas de dosificación, sellado y corte. Para realizar dicho control en la industria se cuenta con tres alternativas.

Por Contactores

Las primeras empacadoras utilizaban este tipo de control, mismo que estaba restringido a futuras modificaciones, contaba con elementos de control eléctricos básicos como timers, switch, relays, fusibles, etc. A esto se sumaba el cableado, ocupando mucho espacio físico, ocasionando contratiempos al momento de corregir un mal funcionamiento de la empacadora.

Uno de los inconvenientes para el control de una empacadora es el posicionamiento del sellado, para este caso se lo realizaba con la utilización de intervalos de tiempo, sin tener una gran efectividad al momento de aumentar o disminuir la frecuencia de trabajo.



Φιγυρα 25: Χλασες δε χονταχτορες.

Fuente: Schneider.

Por microcontroladores

A diferencia del control por Contactores los microcontroladores son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema particular, así como también el ahorro en el cableado.

Para el control de los procesos de la empacadora mediante el microcontrolador se realiza un conjunto lógico de funciones, mismas que gobernarán la máquina. Unos de los inconvenientes en este tipo de control son las pequeñas corrientes con las que trabaja el microcontrolador, por lo que es indispensable el uso de relés de estado sólido.



Φιγυρα 26: Μιχροχοντρολαδορες

Φυεντε: Σχηναιδερ.

Por Controlador Lógico Programable Automatizado

Una de las prestaciones más actuales en la industria para el realizar el control de las empacadoras es el uso de PLC que han sido diseñados exclusivamente para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Su costo tiende a ser moderado para sus grandes aplicaciones y suplantando completamente a la lógica cableada.

A través de los dispositivos de entrada, formado por los sensores de la empacadora, conjuntamente con la lógica digital programada de la secuencia del proceso, se envía respuestas a través de los dispositivos de salida que en este caso son los actuadores de los sistemas de dosificación, corte y sellado. Una de las ventajas de este tipo de control, es la optimización del tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.

El PLC presenta facilidad para incorporar una interfaz hombre máquina, mediante sus protocolos de comunicación. Además, presenta versatilidad para gobernar varias máquinas al mismo tiempo mediante la comunicación en red con otros autómatas.



Figura 27: Χοντρολαδορ Α ίγχο Προγραμμαβλε

Φυεντε: Σχηνειδερ.

1.7.3.1. Elementos para el diseño mecánico.

Engranajes cónicos rectos.

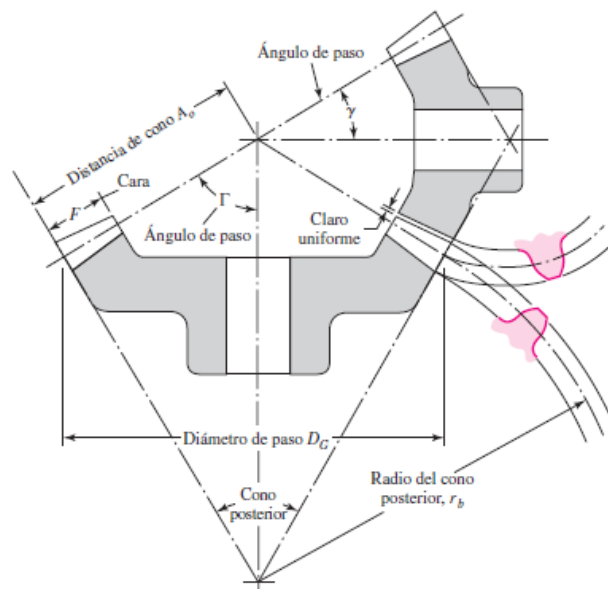
Este tipo de engranajes soluciona la transmisión entre ejes que se cortan y que se cruzan. Se fabrican a partir de un tronco de cono, formándose los dientes por fresado de su superficie exterior. Estos dientes pueden ser rectos, helicoidales o curvos.



Φιγυρα 28: Ενγρاناφες χονιχος

Φυεντε: [ηττπ://χιυδαδ-βυενος-αιρεσ.αλλ.βιζ/ενγρاناφες-χονιχος-ρεχτος-γ45508](http://χιυδαδ-βυενος-αιρεσ.αλλ.βιζ/ενγρاناφες-χονιχος-ρεχτος-γ45508)

La terminología de engranes cónicos se ilustra en la siguiente figura. El paso de engranes cónicos se mide en el extremo mayor del diente y tanto el paso circular como el diámetro de paso se calculan de la misma manera que en los engranes rectos.



Φιγυρα 29: Νομενχλατυρα

Ejes de transmisión.

Una flecha es un elemento rotatorio, por lo general de sección transversal circular, que se emplea para transmitir potencia o movimiento. Ella constituye el eje de rotación u oscilación de elementos como engranes, poleas, volantes de inercia, manivelas, catarinas y miembros similares y, además, controla la geometría de su movimiento.



Figura 30: Eje rotatorio

Los factores de concentración de esfuerzos son discontinuidades geométricas encontradas comúnmente en los ejes de transmisión de potencia como son chaveteros, escalones, perforaciones y ranuras para anillos de seguridad.

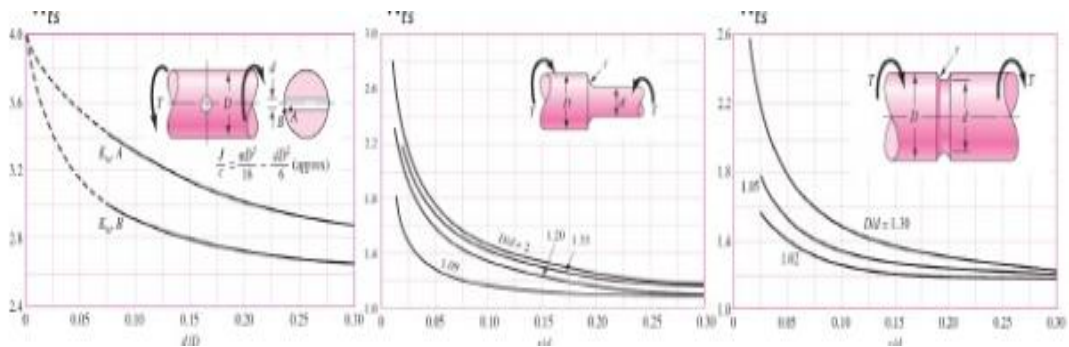


Figura 31: Eje rotatorio

Cojinetes o Rodamientos

Su propósito es soportar cargas del sistema mecánico y a su vez permitir el movimiento relativo entre 2 elementos de una máquina.

Sus cargas radiales actúan hacia el centro del cojinete, y sus cargas comúnmente son causadas por elementos de transmisión de potencia, como los engranajes rectos, las poleas para bandas en V y las transmisiones por cadena. Las cargas de empuje son aquellas que actúan paralelas a la línea central del eje. Los componentes axiales de las fuerzas sobre engranajes helicoidales, coronas – sinfines, engranajes cónicos, son cargas de empuje. Sus clasificaciones de los rodamientos según la carga que soporten. (Vargas Muñoz, 2012)

Ταβλα Ν°1:Χλασιφιχαχι ἴν ψ χομπαραχι ἴν δε ροδαμειντοσ

Tipo de rodamiento	Gráfico	Capacidad de carga radial	Capacidad de carga de empuje
Una hilera de bolas con ranura profunda		Buena	Regular
Doble hilera de bolas, ranura profunda		Excelente	Buena
Contacto angular		Buena	Excelente
Rodillos cilíndricos		Excelente	Mala
Agujas		Excelente	Mala
Rodillos esféricos		Excelente	Regular a Buena
Rodillos cónicos		Excelente	Excelente
Axiales		Mala	Excelente

Fuente: Diseño de máquina Robert Mott.

Transmisiones por cadena

Una cadena es un elemento de transmisión de potencia formado por una serie de eslabones. Este diseño permite tener flexibilidad, y además transmitir grandes fuerzas de tensión. Cuando se transmite potencia entre ejes giratorios, la cadena entra en ruedas dentadas correspondientes llamadas catarinas. (Carrión, 2007).



Figura 32: CONEXIÓN ENTRE UNA CADENA Y RUEDA DENTADA

Fuente: http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/operadores/ope_ruedentada

1.7.3.2. Sensores.

Los sensores son elementos físicos que pertenecen a un tipo de dispositivo llamado transductor. Los transductores son elementos capaces de transformar una variable física a otra diferente. Los sensores captan las señales necesarias para conocer el estado del proceso y decidir su desarrollo futuro. Detectan posición, presión, temperatura, caudal, velocidad y aceleración entre otras variables.

1.7.3.3. Tipos de sensores:

Analógicos: parámetro sensible - magnitud física.

Resistencia R - desplazamiento, temperatura, fuerza (galgas).

Capacidad C - desplazamiento, presencia.

Autoinducción, reluctancia L - desplazamiento (núcleo móvil)

Efecto Seebeck - temperaturas (termopar).

Piezoelectricidad - fuerza, presión.

Dispositivos electrónicos - temperatura, presión.

Avanzados: ionización, ultrasonidos, láser, cámaras CCD, etc.

Digitales: binarios o n bits.

Fin de carrera - presencia (interruptor)

Dilatación - temperatura (termostato).

Resistencia, capacidad, autoinducción - presencia.

Efecto fotoeléctrico - presencia (1 bit), posición (n bits),
velocidad.

1.7.3.4. Elementos del sistema neumático.

El sistema neumático está compuesto por actuadores neumáticos y mandos de energía que transforman la energía neumática en trabajo mecánico (presión y caudal en fuerza y velocidad).

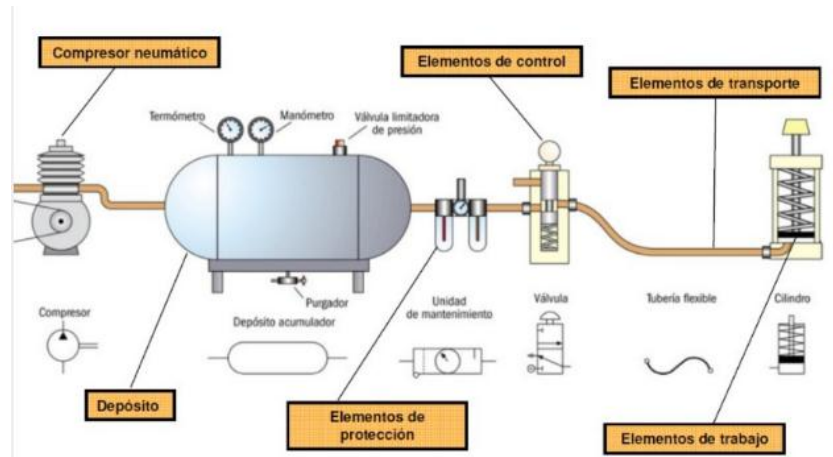


Figura 33: CONEXIÓN ENTRE UNA CADENA Y RUEDA DENTADA

Fuente: <http://es.slideshare.net/amartind11/hidraulica-y-neumatica-4-eso>

Mangueras Neumáticas

Una manguera neumática es un tubo hueco flexible diseñado para transportar aire comprimido a muy altas velocidades y presiones, de un lugar a otro.



Figura 34: Μανγνερα Νευματιχα

Cilindros neumáticos.

Los cilindros comúnmente utilizados en los mecanismos son

Cilindros de simple efecto.

Cilindros de doble efecto.

Estos cilindros se construyen en diferentes tamaños y tipos en el caso de cilindros de simple efecto tienen una sola conexión de aire comprimido. No pueden realizar trabajos más que en un sentido, se necesita aire solo para un

movimiento de traslación. El vástago retorna por efecto del muelle incorporado o de una fuerza externa.

En los cilindros de doble efecto, la fuerza ejercida por el aire comprimido anima al embolo en cilindros de doble efecto a realizar el sentido de traslación en los dos sentidos se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno

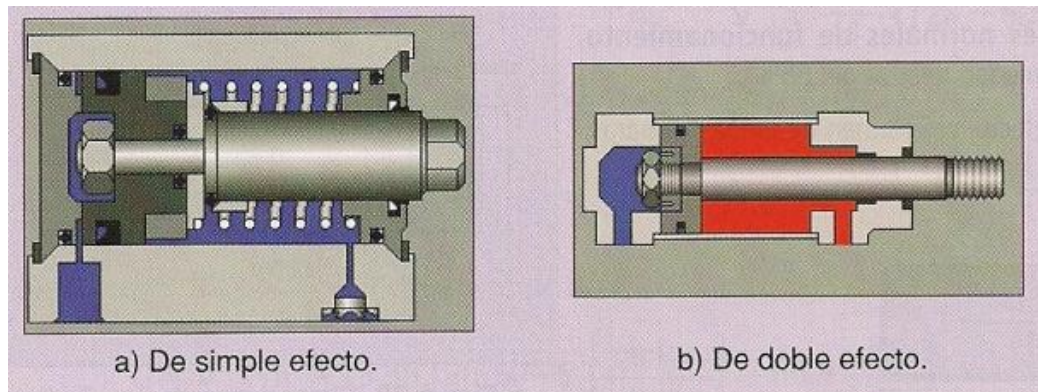


Figura 34: CONEXIÓN ENTRE UNA CADENA Y RUEDA DENTADA

FUENTE: <https://neumaticabasicaepp.wordpress.com>

Electroválvulas.

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide. Generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y cerrado, o todo y nada. Las electroválvulas se usan en multitud de aplicaciones para controlar el flujo de todo tipo de fluidos.

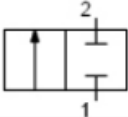
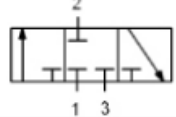
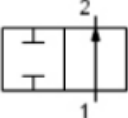
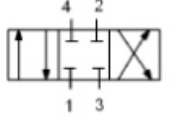
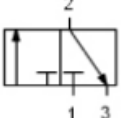
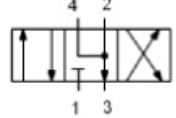
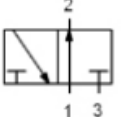

	Válvula 2/2 normalmente cerrada		Válvula 3/3 con posición neutra normalmente cerrada
	Válvula 2/2 normalmente abierta		Válvula 4/3 con posición neutra normalmente cerrada
	Válvula 3/2 normalmente cerrada		Válvula 4/3 con posición neutra a escape
	Válvula 3/2 normalmente abierta		Válvula 5/2

Figura 35: CONEXIÓN ENTRE UNA CADENA Y RUEDA DENTADA

FUENTE: <http://e-ducativa.catedu.es/>

1.8. Cálculo y diseño del contenedor.

Características del alimento a empacar.

Para poder encontrar la densidad del arroz se procedió hacer unas series de muestras con distintas medidas de arroz teniendo como resultado, la realización de la toma de datos se muestra en el anexo A.

Ταβλα 2: ζαλορες δε λα μυεστρα ρεαλιζαδα

MUESTRAS	ANCHO(mm)	ESPEJOR(mm)	LONGITUD(mm)	VOLUMEN(mm ³)	MASA(kg)	VOLUMEN(m ³)	DENSIDAD(kg/m ³)
1	2.42	2.21	6.82	76.39266195	2.51	0.0021	718
2	2.57	2.12	6.93	79.07912369	2.23	0.00310585	718
3	2.11	3.23	7.07	100.9169277	2.42	0.003389356	714
4	2.43	2.57	6.76	88.41902509	2.35	0.003295933	713
5	2.44	3.41	6.97	121.4609329	3.24	0.004506259	719
6	2.41	2.23	6.77	76.20267264	3.31	0.004597222	720
7	2.38	2.84	7.02	99.37840873	4.32	0.006067416	712
8	2.45	3.24	6.95	115.546163	3.17	0.004402778	720
9	2.38	2.91	7.13	103.4234701	2.37	0.003319328	714
10	2.46	2.74	7.27	102.6312716	3.32	0.004636872	716
11	2.32	3.25	7.62	120.3333331	2.41	0.003356546	718
12	2.33	2.63	7.21	92.53511381	4.17	0.0058159	717
13	2.43	3.32	7.61	128.5845068	3.42	0.004796634	713
14	2.24	2.57	7.28	87.77526518	3.27	0.004554318	718
15	2.28	3.22	7.63	117.3207649	4.25	0.005910987	719
DENSIDAD PROMEDIO							716.6

Φυεντε: (Ελαβοραχι ἴν Προπια)

Para el cálculo del volumen del contenedor se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación 1: Volumen.

$$V_c = \frac{m_a}{\rho}$$

Donde:

$V_c = \text{Volumen total del contenedor} (m^3)$

$m_a = \text{Masa a soportar} (kg)$

$\rho = \text{densidad del arroz} (kg/m^3)$

El contenedor será diseñado para tener una capacidad máxima de almacenar 60kg

$$V_c = \frac{60 \text{ Kg}}{716.6 \frac{\text{Kg}}{m^3}}$$

$$V_c = 0.0837 \text{ m}^3$$

El contenedor debe tener una capacidad de 0.0837 m³.

En la siguiente figura se muestra el tipo de diseño del contenedor el cual consta de una sección prismática inferior, una pirámide truncada invertida y una sección prismática superior.

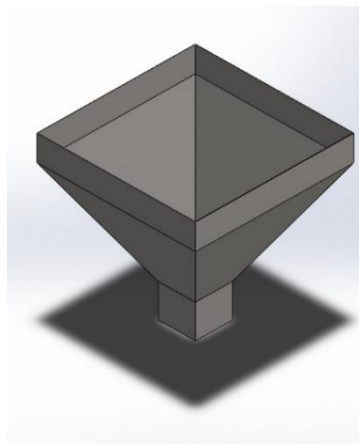
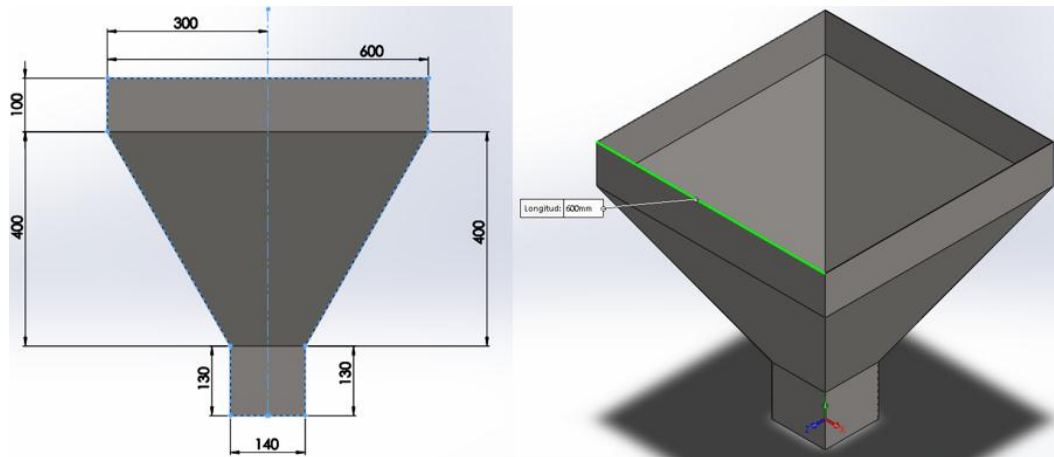


Figura 36:χοντενεδορ δε λα μ(θυινα α χαλχυλαρ

Φυεντε:Ελαβοραχι ίν Προπια

Cociendo entonces el volumen que debe tener el contenedor se procederá a calcular sus dimensiones:

En la siguiente figura se muestra en vista frontal la forma geométrica del contenedor.



Φιγυρα 37: Φορμα γεομ[τριχα δελ χοντενεδορ

Φυεντε:(Ελαβοραχι /ν Προπια)

Ecuación 2: Volumen total

$$v = \left[\frac{h}{3} (a^2 + b^2 + \sqrt{(a * b)^2}) \right] + a^2 * c + b^2 * d$$

Donde:

$v = \text{volumen del contenedor (m}^3\text{)}$

$h = \text{altura de la piramide truncada (m)}$

$a = \text{lado del prisma inferior (m)}$

$b = \text{lado del prisma superior (m)}$

$c = \text{altura del prisma superior (m)}$

$d = \text{altura del prisma inferior (m)}$

$$v = \left[\frac{0.4}{3} (0.6^2 + 0.14^2 + \sqrt{(0.6 * 0.14)^2}) \right] + 0.6^2 * 0.1 + 0.14^2 * 0.13$$

$$v = 0.10m^3$$

El volumen del contenedor es mayor al volumen del arroz a contener, para datos más reales se utilizó el software SolidWorks el cual nos genera el volumen total del contenedor (ver figura 40).

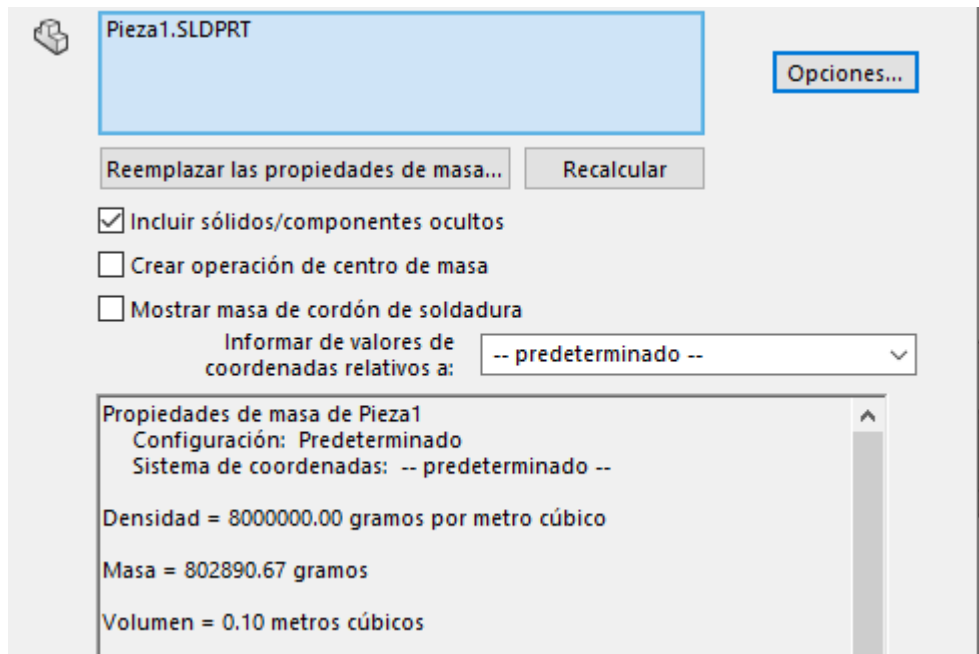


Figura 38: ζολυμεν οβτενιδο ζον σοφτωαρε Σολιδωορκσ.

Fuente: Ελαβοραχι ίν Προπια

Presión interna del contenedor.

La presión en el fondo de la tolva se obtendrá de la siguiente manera.

Ecuación 3: Presión

$$P = \rho * g * h$$

Donde:

$P = \text{presión (Pa: } N/m^2)$

$\rho = \text{densidad (kg/m}^3)$

$g = \text{gravedad (m/s}^2)$

$h = \text{altura (m)}$

Se reemplazan los valores y obtenemos una presión de:

$$P = 716.6 \times 9.8 \times 0.4$$

$$P = 2809.07 Pa$$

Además se determinó que el área de contacto en la zona del prisma.

Ecuación 4: Área inclinada

$$A_1 = \left(\frac{L_{mayor} * L_{menor}}{2} \right) * H_{contenedor.incl}$$

La altura inclinada se obtuvo con la ayuda del Software Solidworks.

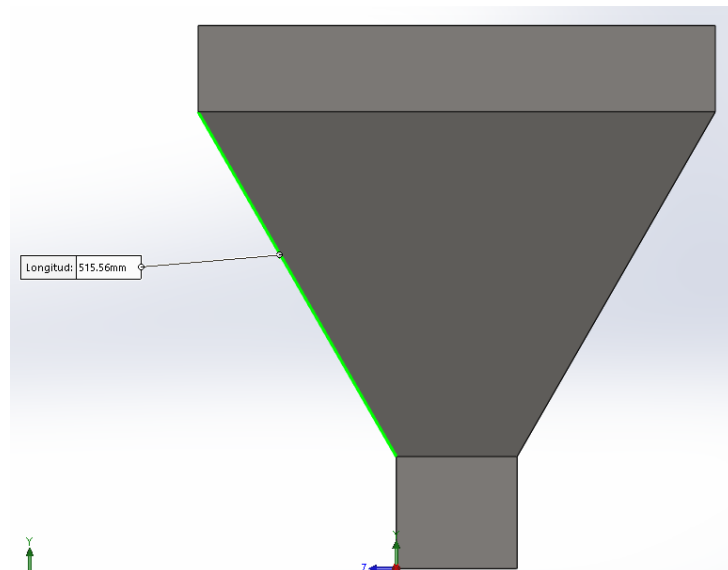


Figura 39: Διμενσι *ήν δε λα λογιτυδ ινχλιναδα*

Fuente: Ελαβοραχι *ήν Προπια*

$$H_{contenedor.incl} = 515.56 \text{ mm} \approx 0.5156 \text{ m}$$

Entonces reemplazando datos en la ecuación 4 el area es:

$$A_1 = \left(\frac{0.6 * 0.14}{2} \right) * 0.515$$

$$A_1 = 0.0216 \text{ m}^2$$

Solo se calculó la presión que ejerce el peso del arroz sobre la pared inclinada del contenedor, no se tomó en cuenta la presión generada por la fricción debido que el material a utilizar será un acero AISI 304 y coeficiente de rozamiento es muy bajo.

Se determinó las fuerzas que actúan en las distintas áreas de las paredes del contenedor:

Ecuación 5: Presión de una fuerza en una sección transversal

$$P = \frac{F}{A}$$

P = Presión interna

F = Fuerza sobre la pared inclinada

A = Area inclinada

Despejando tenemos:

$$F = P * A$$

$$F = 2809.07 * 0.0216$$

$$F = 60.67 \text{ N}$$

Para determinar el W_{arroz} , es decir la Fuerza por unidad de longitud ejercida por el arroz, se empleó la siguiente fórmula:

Ecuación 6: carga

$$W_{\text{arroz}} = \frac{F}{L}$$

Reemplazando datos se tiene

$$W_{arroz} = \frac{60.67}{0.5156}$$

$$W_{arroz} = 117.66 \text{ N/m}$$

Con los resultados se obtuvo la siguiente carga, tal como se muestra en la siguiente imagen

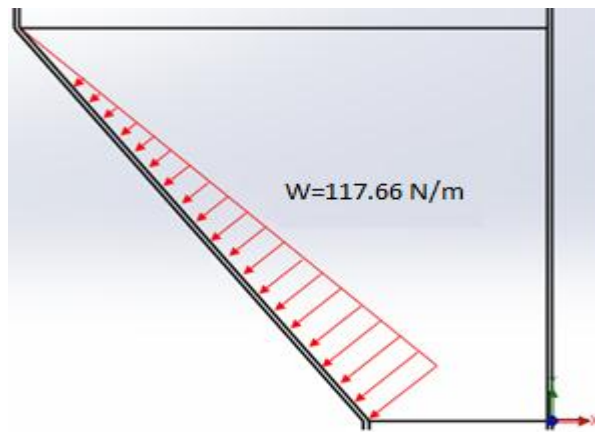


Figura 40: Carga distribuida en el interior del chonteneodor.

Fuente: Ελαβοραχι ἴν Προπια

Para efectos de cálculo se invirtió la posición de la tolva para determinar el momento flector:

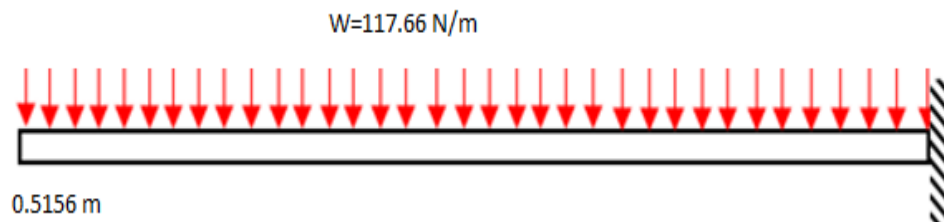
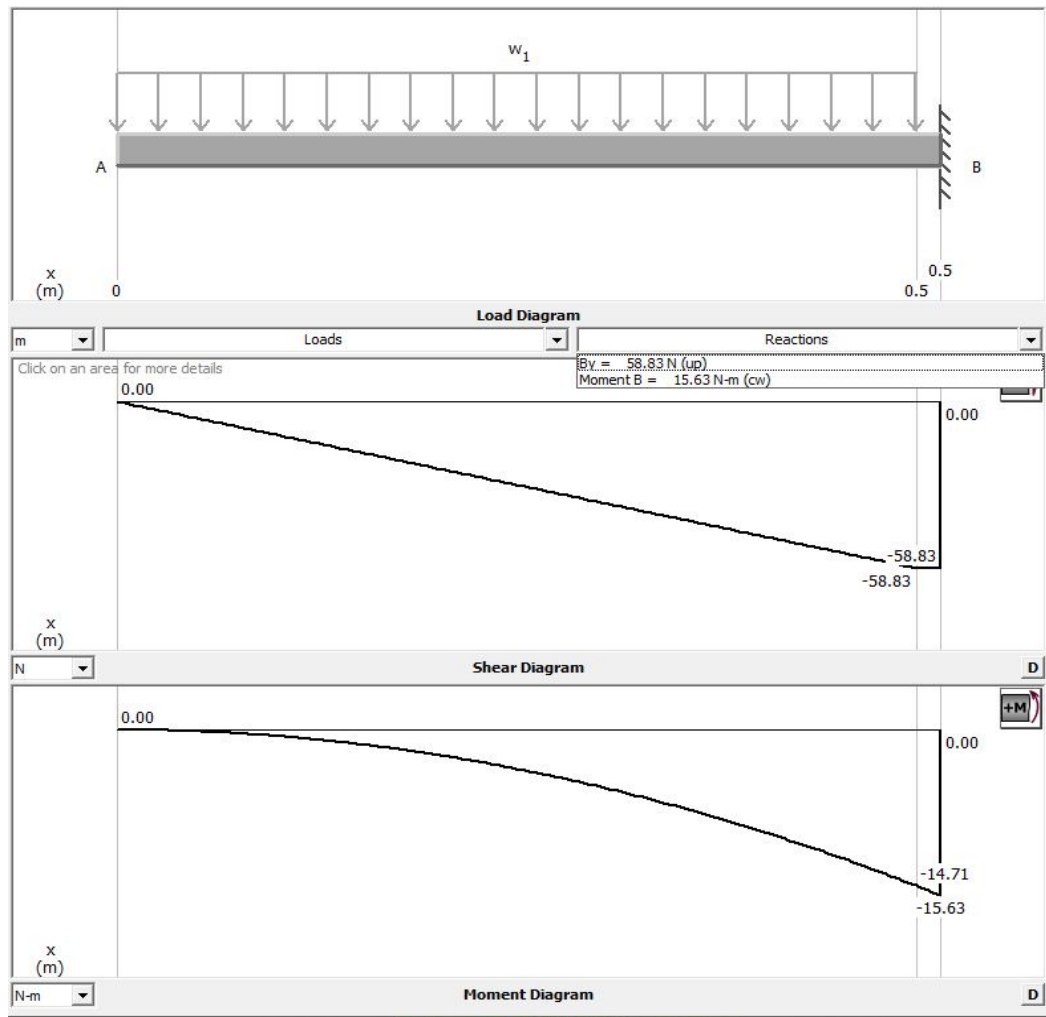


Figura 41: ΔΧΛ δε λα παρεδ δελ χοντενεδορ.

Fuente: Ελαβοραχι ἴν Προπια

A continuación, se muestra los diagramas de fuerza cortante y momento flector.



Φιγυρα 42: Διαγραμμα δε φυερζα ψ μομεντο δε λα παρεδ δελ χοντενεδορ.

Fuente: Ελαβοραχι ἶν Προπια

Con los diagramas de momento flector y fuerza cortante obtenemos los valores máximos que va a soportar la lámina.

$$V_{max} = 58.83 \text{ N}$$

$$M_{flector,max} = 15.63 \text{ N.m}$$

Para el diseño de la tolva se utilizará plancha de 1.5 mm de acero AISI 304 (ver anexo B)

Mediante la Energía de Distorsión de Von Misses se encontrará el factor de seguridad con el que trabajará el contenedor.

Ecuación 7: factor de seguridad

$$\sigma' = \frac{S_y}{n}$$

Debido a que en nuestro diseño no se presentan esfuerzos axiales.

Ecuación 8: Esfuerzo de Von Misses

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 + 3(\tau_{xy})^2}$$

De donde

Ecuación 9: Esfuerzo normal.

$$\sigma_x = \frac{M}{Z}$$

Ecuación 10: Esfuerzo cortante.

$$\tau_{xy} = \frac{3V}{2A}$$

Donde:

$M =$ momento flexionante (N.m)

$V =$ fuerza cortante (N)

$A =$ seccion a calcular del esfuerzo cortante (m²)

$Z =$ modulo de seccion (m³)

$\sigma_x =$ esfuerzo de flexion (N/m²)

$\tau_{xy} =$ esfuerzo cortante (N/m²)

Ecuación 61: Módulo de sección

$$Z = \frac{\frac{1}{12} * b^3 * h}{\frac{b}{2}}$$

$$Z = \frac{\frac{1}{12} * 0.0015^3 * 0.5156}{\frac{0.0015}{2}}$$

Donde:

$b = \text{espesor de la plancha (m)}$

$h = \text{longitud inclinada de la plancha (m)}$

$$Z = 1.9335 * 10^{-7}$$

Remplazando en la ecuación 9 se tiene:

$$\sigma_x = \frac{15.63}{1.9335x * 10^{-7}}$$

$$\sigma_x = 80.81 \text{ MPa}$$

También se tiene:

Ecuación 72: Sección del esfuerzo cortante

$$A = b * h$$

$$A = 0.7734x10^{-3} \text{ m}^2$$

Remplazando en la ecuación 10 se tiene:

$$\tau_{xy} = \frac{3 * 58.83}{2 * 0.7734 * 10^{-3}}$$

$$\tau_{xy} = 0.1141 \text{ MPA}$$

Con los esfuerzos máximos calculados remplazamos la ecuación 8 se tiene:

$$\sigma' = \sqrt{80.81^2 + 3(0.1141)^2}$$

$$\sigma' = 80.812 \text{ Mpa}$$

Tenemos que:

$$n = \frac{S_y}{\sigma'}$$

Donde:

S_y = esfuerzo de fluencia del material (276 Mpa) – Acero AISI 304

$$n = \frac{276 \text{ Mpa}}{80.812 \text{ Mpa}}$$

$$n = 3.41$$

El factor de seguridad calculado para el espesor del contenedor es bastante confiable y el espesor que existen en los fabricantes de aceros inoxidables AISI 304, es el adecuado, el factor de seguridad nos indica que apenas llega a soportar la mitad de su esfuerzo de fluencia, lo cual garantiza que el material soportará adicionalmente su propio peso y lograr durar más, evitando la fatiga.

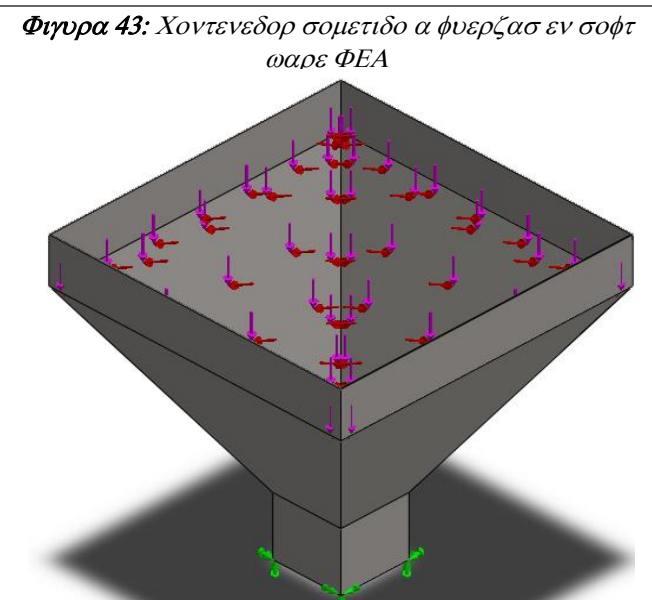
1.8.1. Análisis de la tolva con software FEA.

Luego de realizar el cálculo teórico se diseñó y se simuló el modelo en Elementos Finitos utilizando el software SolidWorks en la siguiente figura se aprecia el contenedor sometida a cargas externas.

TABLA 4: *Ρεσυλταδο δελ ανλυσισ εστ(τιχο δε λα τολπα*

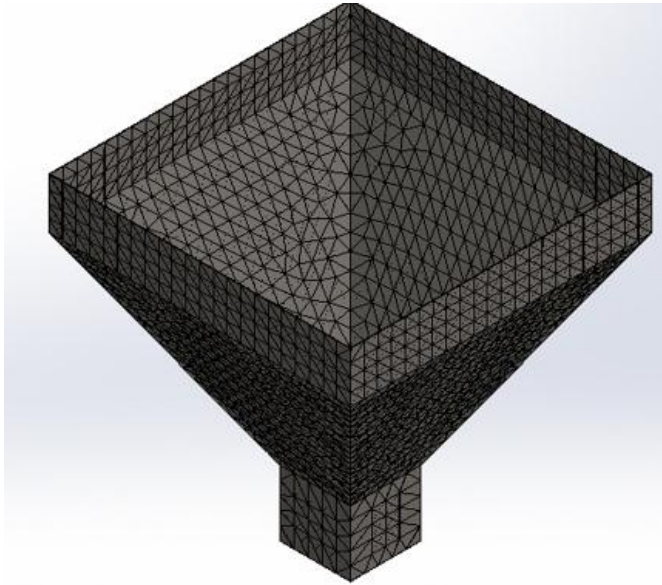
Resultados del Análisis Estático del contenedor			
Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones 1	VON: tensión de von mises	182509 N /m ²	4.66 x 10 ⁷ N/m ²
Desplazamiento s	URES: Desplazamiento resultante	0.0 mm	0.678 mm
Factor de seguridad	Automático	4.4	1133.13
Propiedades del Material			
Nombre:		Acero inoxidable AISI 304	
Limite elástico:		2.06 x 10 ⁸ N/m ²	
Límite de tracción:		5.17 x 10 ⁸ N/m ²	

Fuente: *(Ελαβοραχι Γν Προπια)*



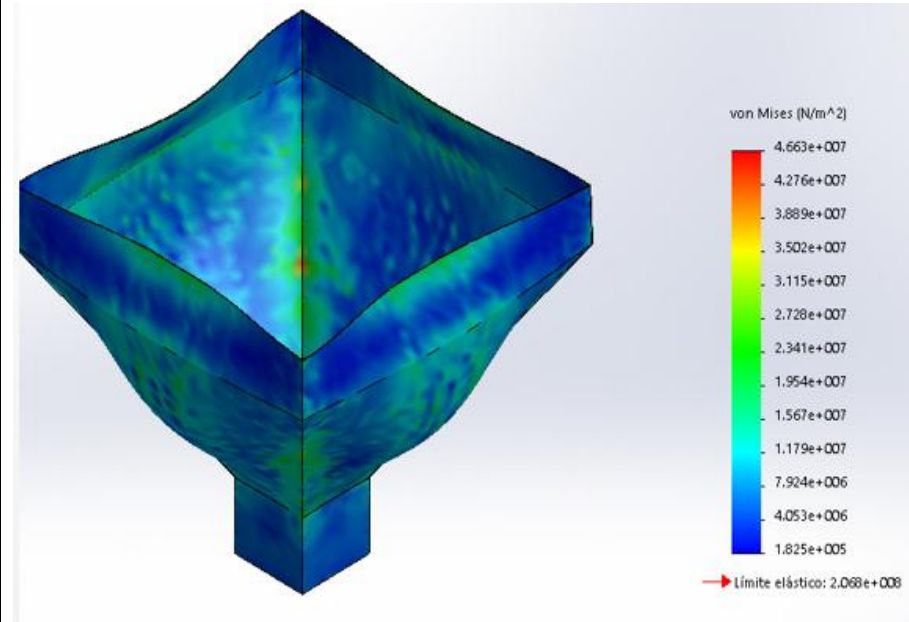
De la tabla anterior se concluye que las tensiones son menores al límite elástico, el factor de seguridad menor es de 6.18 y el desplazamiento máximo es menor a 1 mm. Por lo que podemos indicar que el contenedor no fallará por resistencia mecánica debido a que tiene un factor de seguridad mayor a 1; además el desplazamiento máximo de 0.48 mm no afectará al diseño del contenedor.

Figura 46: Ανάλισις εστ(τιχο □Ενμαλλαδο δελ χοντενεδορ.



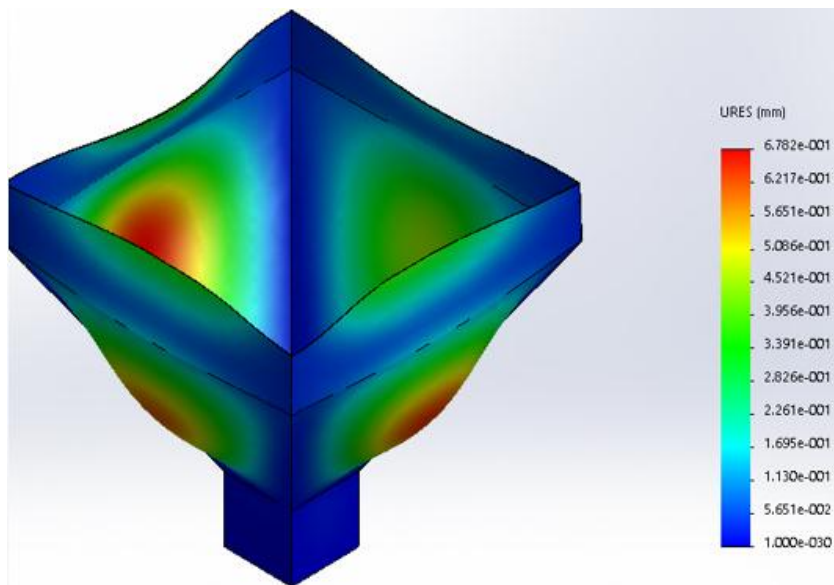
En la figura se muestra el enmallado el cual nos permite analizar el diseño del contenedor de una manera más eficiente.

Figura 47: Ανάλισις εστ(τιχο □τενσιονεσ δελ χοντενεδορ.



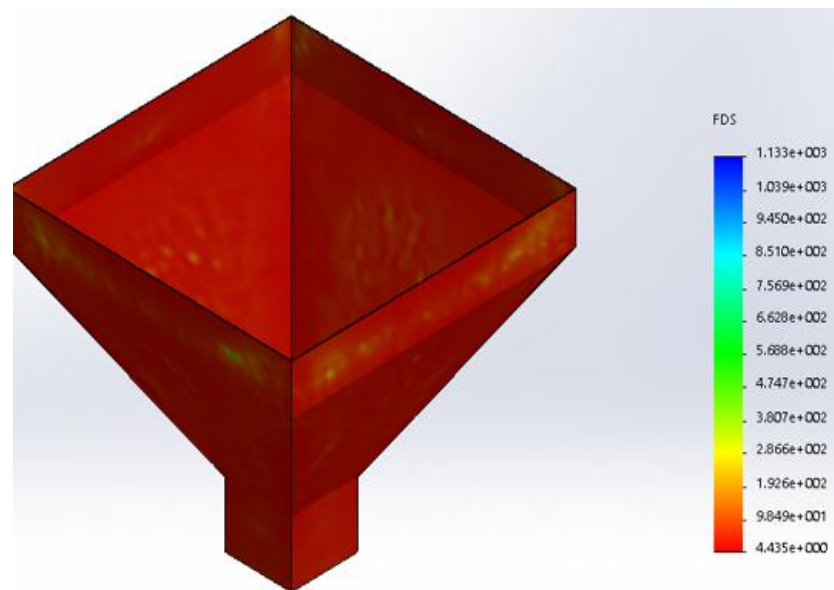
Se concluye que el esfuerzo de Von Mises para una fuerza de 60.67 N y una presión de $2809.07 N/m^2$, oscila entre $182509 N/m^2$ y $4.663 \times 10^7 N/m^2$, para un límite elástico de $206.8 MPa$, con lo cual se concluye que el diseño del contenedor es adecuado para las condiciones de almacenaje de 60 Kg de mezcla.

Figura 48: Ανάλισις εστ(τιχο –Δεσπλαζαμιεντο εν ελ χοντενεδορ.



De la figura anterior se concluye que la deformación máxima que sufre el contenedor debido al peso del fruto, es de 0.48 mm, lo cual indica que el diseño y selección del espesor es el adecuado.

Figura 49: Ανάλισις εστ(τιχο □ φαχτορ δε σεγυριδαδ δελ χοντενεδορ.



De la figura anterior se puede concluir que el factor de seguridad mínimo de la tolva es de 4.4 con este valor se garantiza que las dimensiones que se tomaron para el diseño de la tolva son las adecuadas.

Fuente:(Ελαβοραχι ἴν Προπια)

1.8.2. Cálculo y diseño del dosificador volumétrico.

Es el encargado de dosificar cierta cantidad deseada para cada una de las fundas. El volumen se regula mediante la posición del plato superior con respecto al inferior a través de una tuerca que permite el desplazamiento de este. El dosificador consta de tres partes: vasos telescópicos, plato fijo, plato móvil y un tornillo regulable.

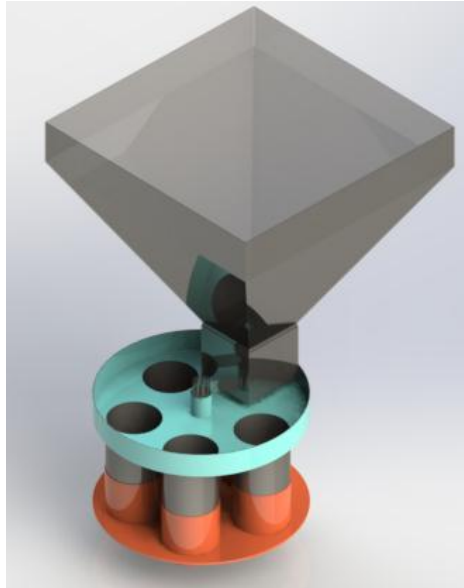


Figura 50: Diseño del Dosificador volumétrico.

Fuente: (Ελαβοραχι (ν Προπια)

Para calcular el volumen de los vasos regulador debido a que la maquina será capaz de empacar el producto de fundas de 1kg, se procede a realizar el cálculo necesario partiendo de encontrar las dimensiones de los vasos con siguiente ecuación.

Ecuación 8: Volumen del vaso dosificador

$$v_v = \frac{m_{emp}}{\sigma_{arroz}}$$

Donde:

$v_v = \text{volumen del vaso dosificador (m}^3\text{)}$

$m_{emp} = \text{peso máximo a empacar (kg)}$

Procedemos hallar la longitud de los vasos con la siguiente formula

Ecuación 94: volumen de un cilindro

$$v = \frac{\pi * D^2}{4} * L$$

Despejando tenemos:

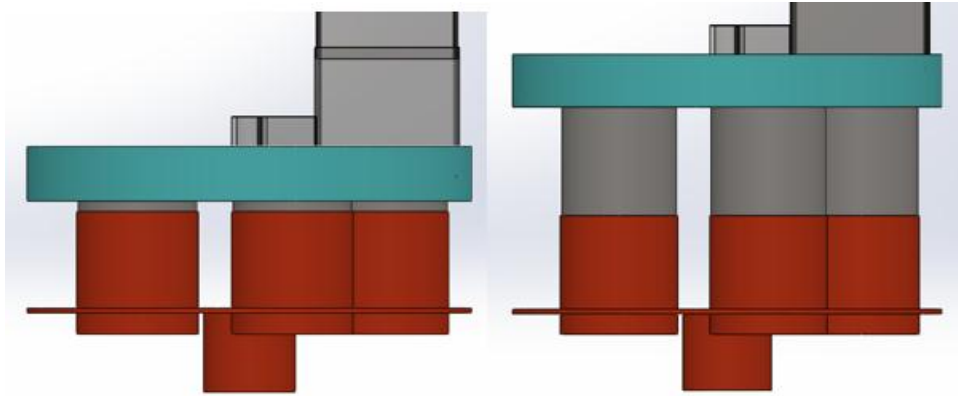
$$L = \frac{v * 4}{\pi * D^2}$$

Ταβλα 3: Δισε)ο δελ Δοσιφιχαδορ ζολυμ[τριχο.

MASA(kg)	DENSIDAD (kg/m3)	VOLUMEN (m3)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)
0.5	716.6	0.000697739	120	61.69355712
0.75		0.001046609		92.54033568
1		0.001395479		123.3871142
1.25		0.001744348		154.2338928
1.5		0.002093218		185.0806714
1.75		0.002442088		215.9274499
2		0.002790957		246.7742285

En esta tabla se determina que la altura mínima para empacar 0.5kg es de 62mm y la altura máxima para empacar 2kg es de 247mm.

Fuente: Ελαβοραχι [ν Προπια

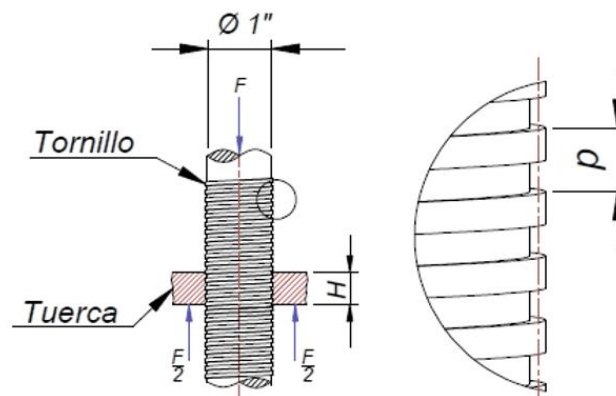


Φιγυρα 44: Διυποσιχιον ινιχιαλ ψ φιναλ δε λοσ πασοσ δοσιφιχαδορεσ.

Fuente: Ελαβοραχι ἴν Προπια

1.8.3. Diseño del tornillo regulador de altura.

El tornillo se encarga de darle la altura adecuada al vaso dosificador. Se debe tener en consideración el cálculo adecuado para poder lograr que el volumen de arroz sea el correcto.



Φιγυρα 52: Δεταλλε δελ τονιλλο δε ρεγυλαδορ .

Fuente: Ελαβοραχι ἴν Προπια

Mediante el tornillo los vasos cambiarán de altura haciendo que el volumen a contener aumente o disminuya según sea lo requerido.

1.8.4. Características de la rosca.

A continuación, se muestra los datos a tomar para el diseño del tornillo

Ταβλᾱ 4: ΠΑΡΆΜΕΤΡΟΣ Α ΤΟΜΑΡ ΔΕΛ ΤΟΡΝΙΛΛΟ ΔΕ ΠΟΤΕΝΚΙΑ

CARACTERISTICAS A TOMAR PARA EL DISEÑO DEL TORNILLO DE POTENCIA				
Material del tornillo	AISI304	Sut: 550MPa	Sy:250 MPa	
material de la tuerca	Bronce fosfórico UNS C 93200	Sut: 241MPa	Sy: 124MPa	
coeficiente de rozamiento entre tuerca y el tornillo	f = 0.18			
tipo de rosca	cuadra de filete sencillo	n=2 mm		
Diámetro mayor, d	25mm			
Diámetro de paso, dm= d- p	23 mm			
Diámetro de raíz, dr=d-p	21mm			
Paso, p=1/N	4mm			
Angulo de avance, $\lambda = \text{sen}^{-1}(L/\pi dp)$	6.96°			
Avance, L=np	8mm			

1.8.5. Par de torsión del tornillo de potencia.

Como se trata de un tornillo de potencia el cual se utiliza para poder convertir un movimiento angular a un movimiento lineal y así transmitir la fuerza o potencia necesaria. Para subir la carga está dado por la siguiente ecuación:

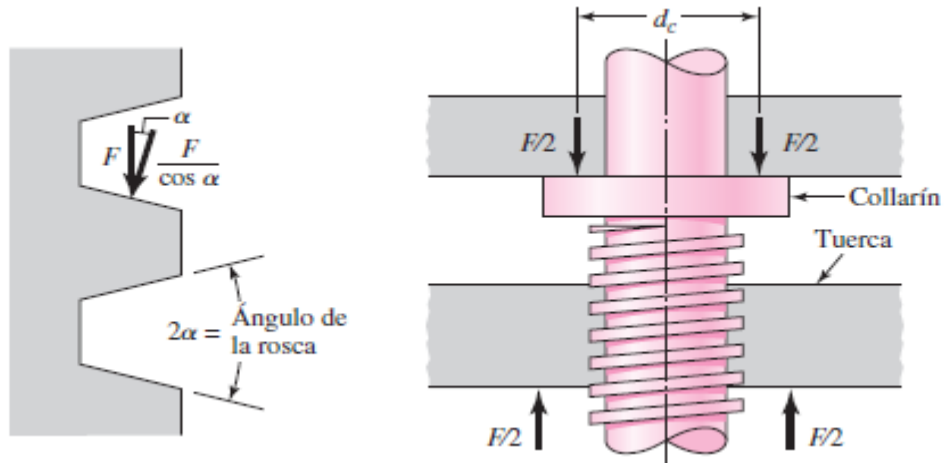


Figura 45: *perno de torsion*

Fuente: *Δισέλο εν ινγενιερια μηχανικα(σηιγλεψ)*

Ecuación 105: *torque de subida*

$$T_s = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{l + \pi f d_m}{\pi d_m - f l} \right) + \frac{F f_c d_c}{2}$$

Donde:

F = carga a mover (N)

d_m = diámetro de paso (mm)

l = avance (mm)

$f = f_c$ = coeficiente de fricción

d_c = diámetro medio del collarín (mm)

La carga a mover para nuestro caso será 1 kg y por el peso de los componentes será un aproximado de 20 kg, lo cual resulta un aproximado de 215.6 N, con un collarín de 40 mm.

$$T_R = \frac{(215.6)(23 * 10^{-3})}{2} \left(\frac{(8 * 10^{-3}) + (3.1416)(0.18)(23 * 10^{-3})}{(3.1416)(23 * 10^{-3}) - (0.18)(8 * 10^{-3})} \right) + \frac{(215.6)(0.18)(40 * 10^{-3})}{2}$$

$$T_R = 1.65 \text{ N.m}$$

Para poder descender la carga el par de torsión necesario se obtiene con la siguiente ecuación.

Ecuación 11: Torque de bajada

$$T_b = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{\pi f d_m - l}{\pi d_m + fl} \right)$$

$$T_b = \frac{(215.6)(23 * 10^{-3})}{2} \left(\frac{(3.1416)(0.18)(23 * 10^{-3}) - (8 * 10^{-3})}{(3.1416)(23 * 10^{-3}) + (0.18)(8 * 10^{-3})} \right)$$

$$T_b = 0.16 \text{ N.m}$$

El fuerza cortante en el cuerpo τ , debido al momento de torsión T_R en el exterior del cuerpo del tornillo, es

Ecuación 17: Esfuerzo cortante

$$\tau = \frac{16T_R}{\pi d_r^3}$$

$$\tau = \frac{16(1.65 * 10^3)}{3.1416(21)^3}$$

$$\tau = 0.9 \text{ MPa}$$

El esfuerzo axial normal nominal σ es

Ecuación 18: esfuerzo axial

$$\sigma = -\frac{4}{\pi d_r^2}$$

$$\sigma = -\frac{4(215.6)}{3.1416(21)^2}$$

$$\sigma = -0.62 \text{ MPa}$$

El esfuerzo de apoyo σ_B es como una rosca que soporta 0.38 F

Ecuación 129: esfuerzo de apoyo

$$\sigma_B = \frac{2(0.38F)}{\pi d_m(1)p}$$

$$\sigma_B = \frac{2(0.38)(0.2156 * 10^3)}{3.1416(23)(1)(4)}$$

$$\sigma_B = 0.56 \text{ MPa}$$

El esfuerzo flexionante en la raíz de la rosca σ_b con una rosca que soporta 0.38F, es

$$\sigma_b = \frac{6(0.38F)}{\pi d_r(1)p}$$

$$\sigma_b = \frac{6(0.38)(0.215 * 10^3)}{3.1416(21)(1)(4)}$$

$$\sigma_b = 1.86 \text{ MPa}$$

$\sigma_x = 1.86$	$\tau_{xy} = 0$
$\sigma_y = 0$	$\tau_{yz} = 0.9$
$\sigma_z = -0.62$	$\tau_{zx} = 0$

$$\sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} [(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)]^{1/2}$$

$$\sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} [(1.86 - 0)^2 + (0 - (-0.62))^2 + ((-0.62) - 1.86)^2 + 6(0^2 + 0.9^2 + 0^2)]^{1/2}$$

$$\sigma = 2.73 \text{ MPa}$$

Para determinar los esfuerzos principales se tiene:

$$\sigma = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma = \frac{-0.62}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{-0.62}{2}\right)^2 + 0.9^2}$$

$$\sigma = 0.43$$

$$\sigma = -1.12$$

Se ordenan los esfuerzos resultantes $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 = 1.86, 0.43, -1.12 \text{ MPa}$ al sustituir estos esfuerzos en la ecuación:

$$\sigma' = \left\{ \frac{[1.86 - 0.43]^2 + [0.43 - (-1.12)]^2 + [-1.12 - 1.86]^2}{2} \right\}^{1/2}$$

$$\sigma' = 2.58 \text{ MPa}$$

El esfuerzo cortante máximo está dado por la siguiente ecuación, donde se obtiene:

Ecuación 20: Esfuerzo máximo

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

$$\tau_{max} = \frac{1.86 - (-1.12)}{2}$$

$$\tau_{max} = 1.49 \text{ MPa}$$

1.8.6. Cálculo y diseño del sistema de transmisión del dosificador

se procederá a calcular el diseño del engranaje y del piñón como se muestra en la figura

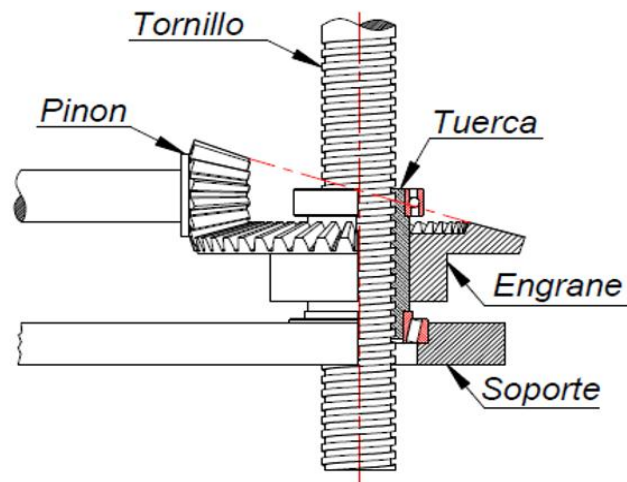
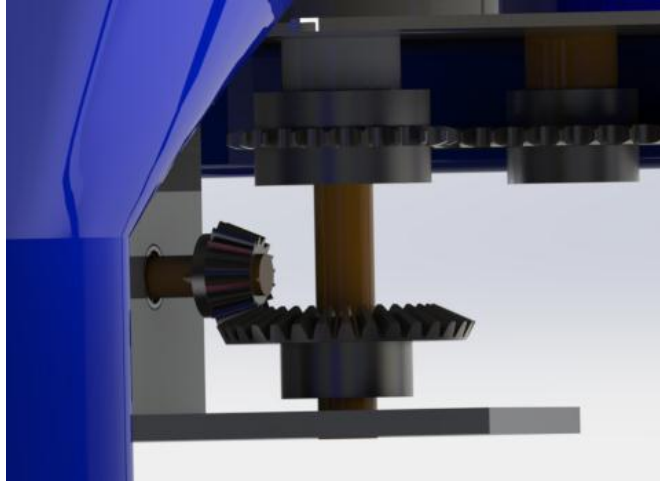


Figura 46: sistema de engranes

Fuente: Διόσελο εν μηχανολογία (P.Νορτον)

1.8.7. Diseño del engranaje.

Para este sistema se empleará una transmisión con engranes de tipo cónico recto el cual tendrá una relación de velocidad de 2:1, transmitiendo un movimiento a 90° con un Angulo de presión de 20°.



Φιγυρα 47:Διτσε)ο δελ ενγρاناφε

El diseño tanto como para el engrane y el piñón se estable los parámetros siguientes. Para el engranaje debe tener un diámetro de paso de 96mm con un módulo de 3mm y una relación de transmisión de 2:1 con respecto al piñón. Se requiere empacar 60 bolsas por minuto. Calculando con la siguiente ecuación:

$$f = \frac{n_v}{t}$$

Donde:

$$f = \text{frecuencia (seg}^{-1}\text{)}$$

$$t = \text{tiempo (seg)}$$

$$f = \frac{5}{60} = \frac{1}{12} \text{ s}^{-1}$$

$$f = \frac{1}{12} \text{ seg}^{-1}$$

Velocidad angular del plato de dosificador con la siguiente ecuación:

$$W_D = 2 * \pi * f$$

Donde:

$$W_D = \text{Velocidad angular del plato dosificador (rpm)}$$

$$i = \text{relacion de trasmision}$$

$$W_D = 2 * \pi * f$$

$$W_D = 2 * \pi * \frac{1}{12 \text{ seg}}$$

$$W_D = 0.5235 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

Convirtiendo a rpm tenemos:

$$W_D = 0.5235 \frac{\text{rad}}{\text{seg}} * \frac{1 \text{ rev}}{2 * \pi * \text{rad}} * \frac{60}{1 \text{ min}}$$

$$W_D = 5 \text{ rpm}$$

Procedemos a dimensionar el engranaje teniendo en cuenta el diámetro de paso debe ser menor a los 0.96m teniendo un módulo de 0.003m. Se calcula con la siguiente ecuación:

$$D_p = \frac{z_e}{P_d} = m * z_e$$

Donde:

D_p = diámetro de paso(pulg)

P_d = paso diametral (dientes/pulg)

m = módulo (mm)

Z_e = numero de dientes

i = relacion de transmisión entre piñones y engranaje

α = ángulo de paso

L = largo del cono(mm)

a_d = ancho del diente

D_{me} = diámetro medio(mm)

r_{me} = radio medio(mm)

Despejando tenemos:

$$z_e = \frac{D_p}{m}$$

$$z_e = \frac{96}{3}$$

$$z_e = 32 \text{ dientes}$$

Entonces.

$$P_d = \frac{z_e}{D_p}$$

$$P_d = \frac{32}{96}$$

$$P_d = 0.33 \text{ dientes/mm}$$

$$P_d = 0.33 \frac{\text{dientes}}{\text{mm}} * \frac{25.4}{1 \text{ pulg}} *$$

$$P_d = 8.382 \text{ dientes/pulg}$$

Teniendo el z_e hallamos z_p con la relación de transmisión:

$$i = \frac{z_e}{z_p} = \frac{2}{1}$$

$$z_p = \frac{32}{2}$$

$$z_p = 16 \text{ dientes}$$

Hallamos el ángulo con la siguiente ecuación:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{z_e}{z_p}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{32}{16}$$

$$\alpha = 63.43^\circ$$

Largo del cono:

$$L = \frac{D_p}{2 \sin \alpha}$$

$$L = \frac{96}{2 \sin(63.43)}$$

$$L = 53.67 \text{ mm}$$

Ancho del diente:

$$a_d = \frac{L}{3}$$

$$a_d = \frac{53.67}{3}$$

$$a_d = 17.88 \text{ mm}$$

Diámetro medio:

$$D_{me} = D_p - a_d * \sin \alpha$$
$$D_{me} = 96 - 17.88 * \sin(63.43^\circ)$$

$$D_{me} = 80 \text{ mm}$$

$$r_{me} = 40 \text{ mm}$$

1.8.8. Diseño del piñón.

Se realiza los cálculos para el piñón, teniendo en cuenta que el número de dientes ya fue hallado con la ecuación lo cual da un $z_p = 16$ dientes, con un módulo de 3mm.

$$D_p = \frac{z_p}{P_d} = m * z_p$$

Donde:

D_p = diámetro de paso(pulg)

P_d = paso diametral (dientes/pulg)

m = módulo (mm)

Z_p = número de dientes

i = relacion de transmisión entre piñones y engranaje

α = ángulo de paso

L = largo del cono(mm)

a_d = ancho del diente

D_{me} = diámetro medio(mm)

r_{me} = radio medio(mm)

Tenemos:

$$D_p = 3 * 16$$

$$D_p = 48 \text{ mm}$$

Sabiendo que:

$$P_d = \frac{z_e}{D_p}$$

$$P_d = \frac{16}{48}$$

$$P_d = 0.33 \text{ dientes/mm}$$

Convirtiendo tenemos:

$$P_d = 0.33 \frac{\text{dientes}}{\text{mm}} * \frac{25.4}{1 \text{ pulg}} *$$

$$P_d = 8.382 \text{ dientes/pulg}$$

Hallamos el ángulo con la siguiente ecuación:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{Z_p}{Z_e}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{16}{32}$$

$$\alpha = 26.56^\circ$$

Largo del cono:

$$L = \frac{D_p}{2 \sin \alpha}$$

$$L = \frac{48}{2 \sin(26.56^\circ)}$$

$$L = 53.67 \text{ mm}$$

Ancho del diente:

$$a_d = \frac{L}{3}$$

$$a_d = \frac{53.67}{3}$$

$$a_d = 17.88 \text{ mm}$$

Diámetro medio:

$$D_{me} = D_p - a_d * \sin \alpha$$

$$D_{me} = 48 - 17.88 * \sin(26.57^\circ)$$

$$D_{me} = 40 \text{ mm}$$

$$r_{me} = 20 \text{ mm}$$

1.8.9. Cálculo de diseño del formador para la bolsa

Se diseña el formador para cumplir con las dimensiones de la funda requerida. Para determinar el diámetro del formador se utiliza el ancho de la funda.

$$P_P = 2 * A_F$$

$$P_P = \pi * D_F$$

Donde:

P_P = Perímetro del plástico (mm)

A_F = Ancho de la funda (mm)

D_F = Diámetro del formador (mm)

Tenemos:

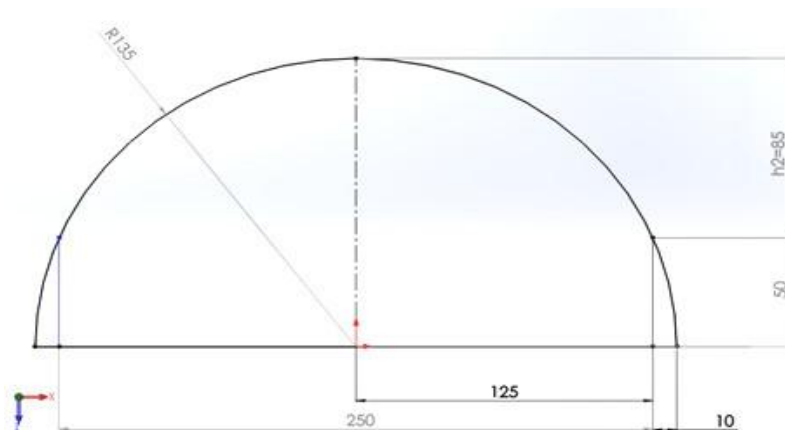
$$P_P = 2 * 125 = 250mm$$

$$D_F = \frac{P_P}{\pi} = \frac{250}{\pi} = 79.58 \approx 80mm$$

Se construye en acero inoxidable del diámetro obtenido:

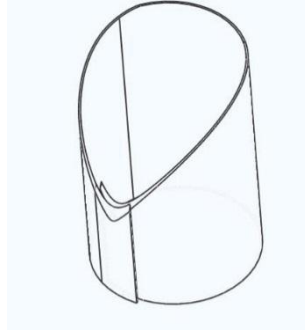
Traslape: 20mm

Altura: 135mm



Φιγυρα 48: μεδιδασ δελ φορμαδορ.
Fuente: Elaboración Propia

Nota: Dejar un espacio de 2 mm entre los traslapes.



Φιγυρα 47: Λίμνα δοβλαδα χορταδα δε λα βασε δελ φορμαδορ

Fuente: Elaboración Propia.

Para la capa nos basamos en la geometría de la base del formador.

Tenemos:

$$A_C = 2 * A_F + \tau + 2 * r$$

Donde:

A_C = Ancho de la capa del formador (mm)

A_F = Ancho de la funda (mm)

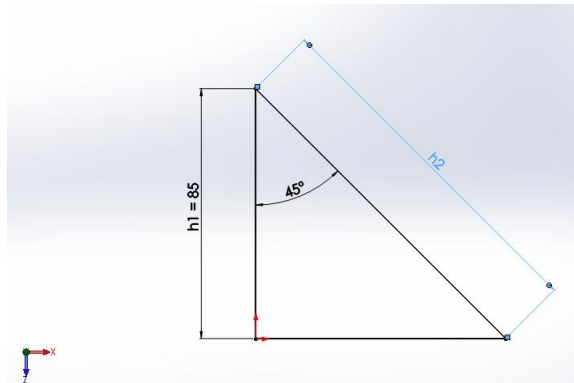
τ = traslape (mm)

r = espacio para la regulación del papel (mm)

Entonces:

$$A_F = (2 * 125) + 20 + (2 * 15) = 300\text{mm}$$

La inclinación de la capa debe ser de 45 grados.



Φιγυρα 49: ινχλιναχιον δε λα χαπα δελ φορμαδορ.

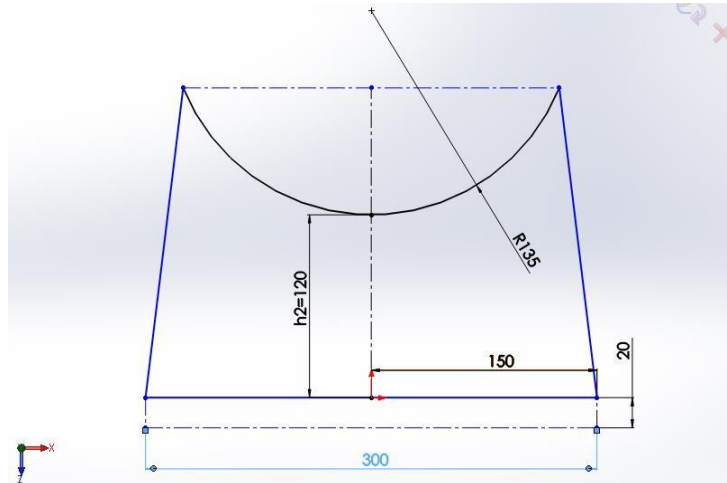
Fuente: Elaboración Propia.

$h_1 = \text{Altura}$

$h_2 = \text{Inclinación de la capa del formador}$

$$h_2 = \frac{h_1}{\sin(45)} = \frac{85}{\sin(45)} = 120.21 \approx 120\text{mm}$$

Para la capa del formador tenemos la siguiente figura:



Φιγυρα 50: ινχλιναχιιον δε λα χαπα δελ φορμαδορ.

1.8.10. Placa Soporte del Formador.

Sirve de apoyo para el formado como para el tubo de alimentación tanto el largo como profundidad y tenemos la siguiente ecuación:

$$L_p = A_f + X_s$$

Donde:

$L_p = \text{Largo de la placa}$

$A_f = \text{Ancho de la capa formador}$

$X_s = \text{Espacio para la sujeción}$

$$L_p = 300 + 120 = 420\text{mm}$$

Para la profundidad tenemos:

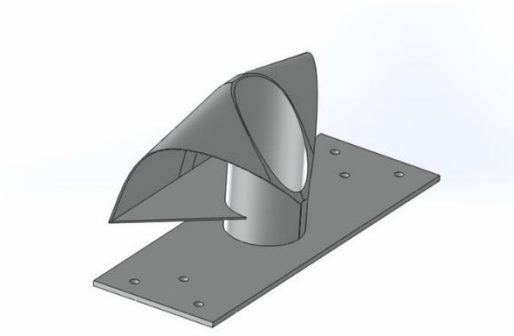
$$A_p = D + X_s$$

Donde:

$A_p = \text{Ancho de la placa}$

$$A_p = 80 + 60 = 140\text{mm}$$

Obtenido su placa de soporte y el formador, se realiza el ensamblaje de ambos para tener la parte completa que será colocada en la máquina.

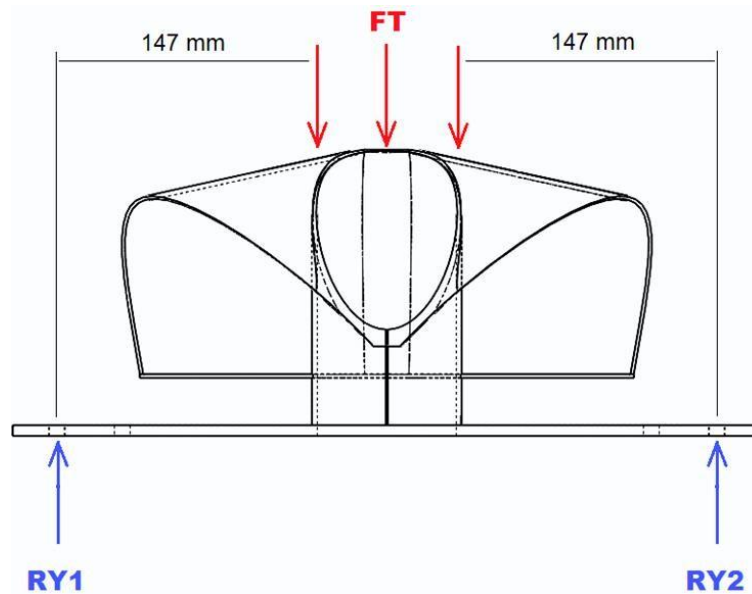


Φιγυρα 51:φοραμδορ δε φυνδα.

Fuente: Elaboración Propia.

1.8.11. Análisis de cargas:

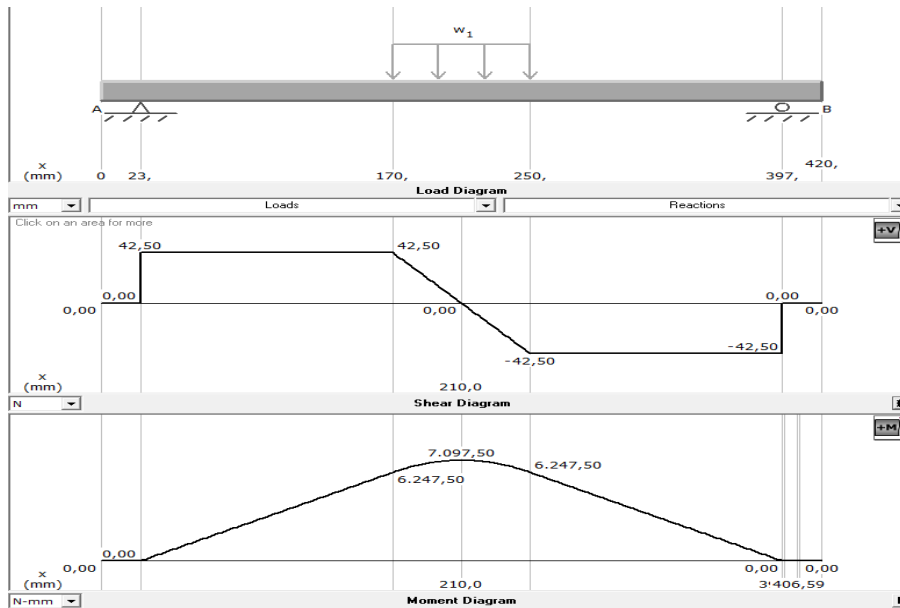
El ensamblaje del formador de la funda distribuye la fuerza ejercida por el carrete de las mordazas (85N).



Φιγυρα 52: φυερζασ εν λα πλαχα σοπορτε δελ φορμαδορ.

Fuente: Elaboración Propia.

Obtenemos los valores máximos de la fuerza cortante y el momento flector en la placa soporte del formador, con la ayuda del software.



Φιγυρα 53: μομεντοσ εν λα πλαχα δε σοπορτε.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Fuerza cortante y momento flector de la placa soporte del formador. Obtenemos la fuerza cortante máxima de 42.5 N y el momento flector máximo de 7097.5 N-mm. El mayor esfuerzo que sufre la placa es debido a la flexión y por tanto tenemos:

$$\sigma_{Fsf} = \frac{M_{Sf}}{S_{Sf}}$$

Donde:

σ_{Fsf} = *Esfuerzo por flexion del soporte del formador (N/m²)*

M_{Sf} = *Momento de flexion maximo en el soporte del formador (N.m)*

S_{Sf} = *Modulo de seccion del soporte del formador. (m³)*

Del anexo obtenemos el módulo de sección de un rectángulo y para este caso tenemos:

$$S_{Sf} = \frac{A_p * e_{sf}^2}{6} = \frac{140 * 3^2}{6} = 210mm$$

Donde:

e_{sf} = espesor del soporte del formador

Entonces:

$$\sigma_{Fsf} = \frac{7097.5}{210} = 33.8MPa$$

El factor de seguridad se obtiene con referencia al límite elástico del acero inoxidable AISI 316L (Anexo C):

Límite elástico: 170 N/mm², convirtiendo a 170MPa.

$$\sigma_E = 170MPa$$

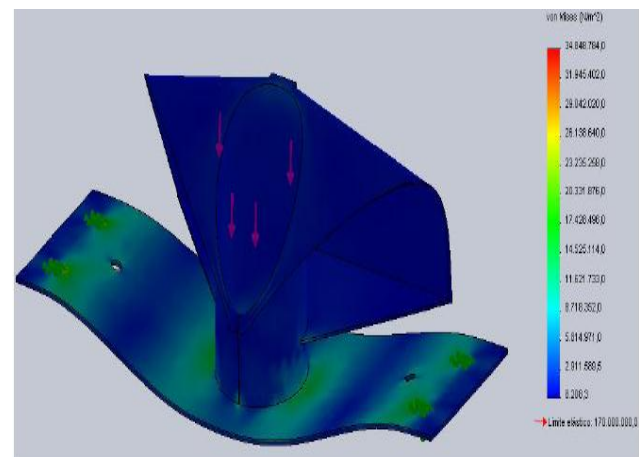
Se obtiene:

$$FS = \frac{\sigma_E}{\sigma_{Fsf}} = \frac{170}{33.8} = 5.03$$

Ταβλα 5: RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTÁTICO DEL FORMADOR

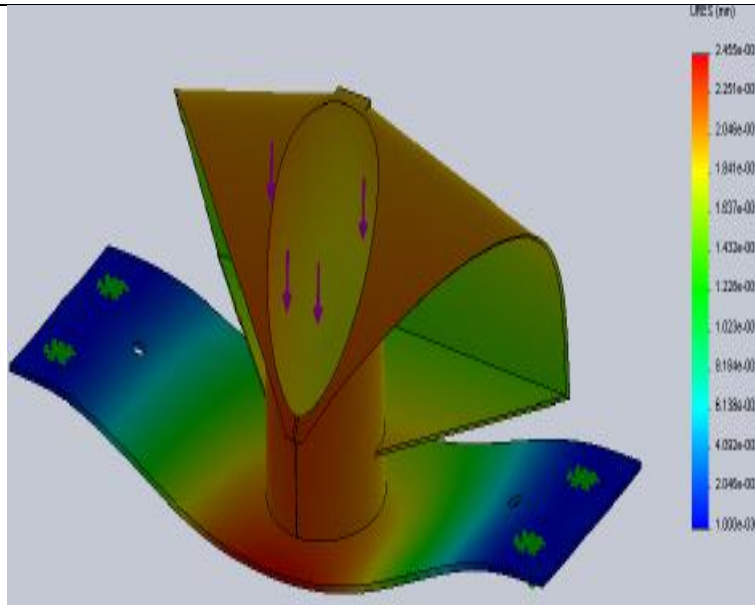
Resultados del Análisis Estático del formador			
Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones 1	VON: tensión de von mises	182509 N /m ²	4.66 x 10 ⁷ N/m ²
Desplazamiento s	URES: Desplazamiento resultante	0.0 mm	0.678 mm
Factor de seguridad	Automático	4.4	1133.13
Propiedades del Material			
Nombre:		Acero inoxidable AISI 304	
Limite elástico:		2.06 x 10 ⁸ N/m ²	
Límite de tracción:		5.17 x 10 ⁸ N/m ²	

Φιγυρα 48: Φορμαδορ σομετιδο α φυερζασ εν σοφτωαρε Φ ΕΑ



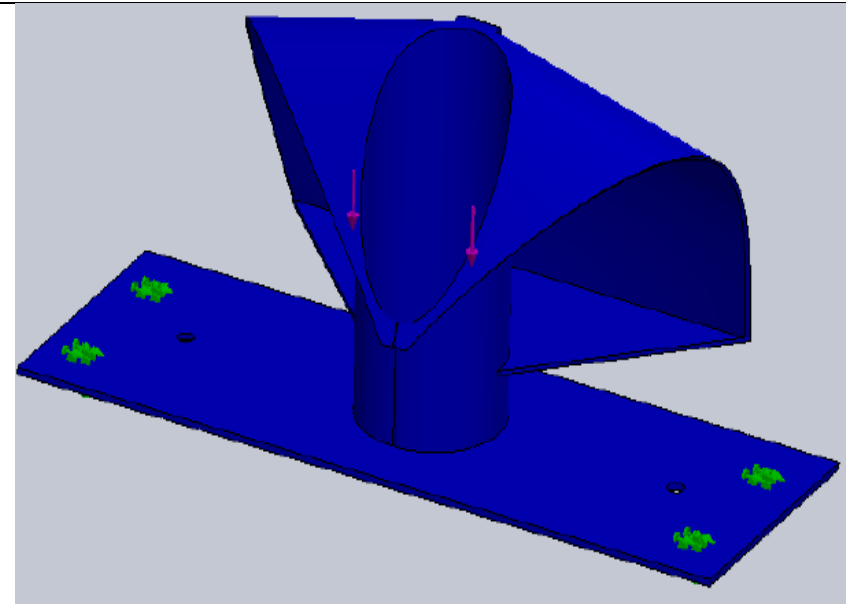
Fuente:(Elaboración Propia)

Figura 53: Análisis estático –Enmallado del Formador.



De la figura se muestra el desplazamiento máximo que sufre el formador el cual tiene un valor de 0.02 mm

Figura 54: Análisis estático – tensiones del formador.



De la figura anterior se muestra que el factor de seguridad es de 4.89 el cual nos garantiza que el diseño del formador no sufrirá deformaciones ni fallará por resistencia mecánica

Resumen de los factores de seguridad:

Referencia	Análisis	Simulación
2.5-4.0	5.03	4.89

Resumen factor de seguridad de la placa soporte del formador

La parte más importante es el formador y su placa soporte, por ende, su factor de seguridad es de 4.89 (simulación CAD), para que en ningún momento pierda su forma en caso de algún accidente, fallo o incluso algún golpe en el cambio de formador si es que se requiere.

1.8.12. Tubo Alimentador.

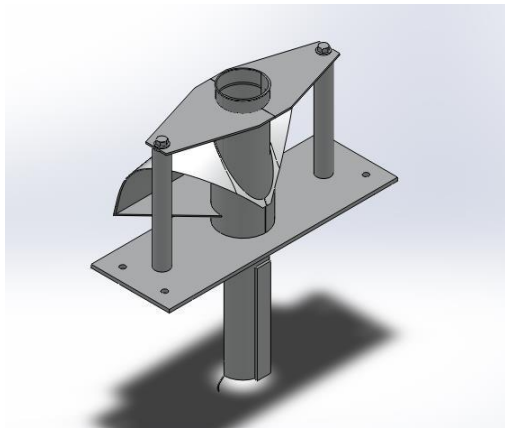


Figura 54: Ensamblaje del formador con el tubo de alimentación

Fuente:(Elaboración Propia).

El papel luego de pasar por el formador envuelve el tubo de alimentación adquiriendo una forma cilíndrica para un posterior sellado. Además, la superficie expuesta del tubo sirve como apoyo en el momento del sellado vertical, razón por la cual es necesario sujetar el ducto a través de una placa y dos apoyos laterales empernados a la placa soporte del formador. La longitud del tubo está dada por el alto del formador, la altura máxima de la funda, la distancia comprendida entre el formador y la bandeja de alimentación y finalmente un espacio de separación entre la zona del sellado vertical y el formador.

En la siguiente ecuación tenemos:

$$h_D = h_F + h_{fu} + X_{F-D}$$

Donde:

h_D = Altura del tubo de alimentacion (mm)

h_F = Altura del formador (mm)

h_{fu} = Altura de la funda (mm)

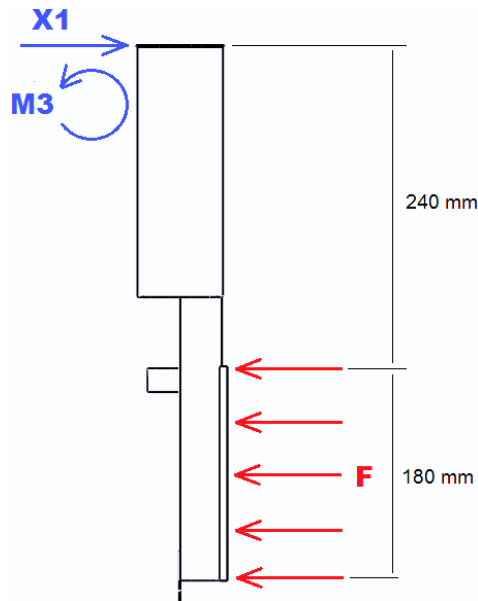
X_{F-D} = Espacio entre el formador y la dosificación (mm)

Luego:

$$L_T = 140 + 220 + 60 = 420 \text{ mm}$$

1.8.13. Análisis de cargas.

El tubo de alimentación está sujeto a la fuerza ejercida por el pistón de sellado vertical (120.6 N), está representada como una carga lineal que se distribuye en toda la superficie de contacto de la mordaza.



Φιγυρα 55: Fuerzas del tubo de alimentación

Fuente:(Elaboración Propia).

Obtenemos los valores máximos de la fuerza cortante y el momento flector producidos en el tubo de alimentación, con la ayuda del software

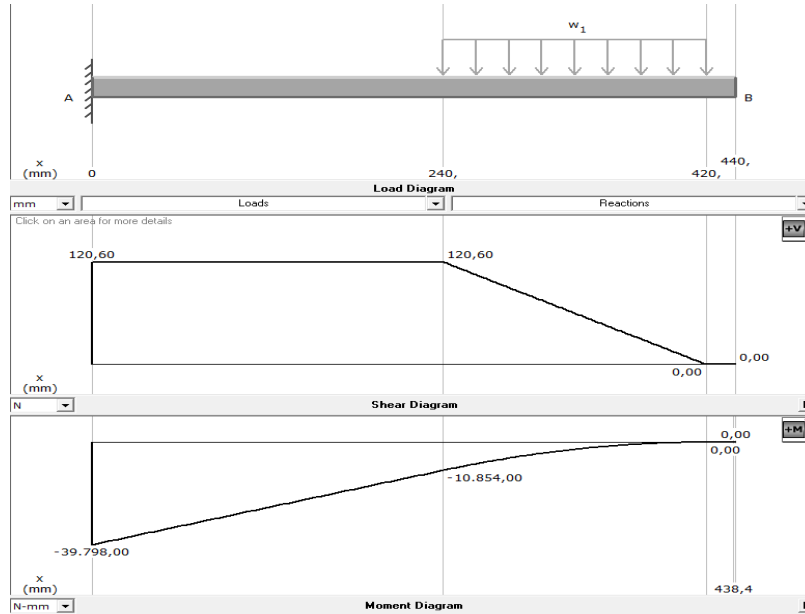


Figura 56: Fuerzas de los momentos.

Fuente: (Elaboración Propia).

Tenemos la fuerza cortante máxima de 120.6 N y el momento flector máximo de 39798 N-mm, como resultado. El mayor esfuerzo que sufre el tubo de alimentación es debido a la flexión y por tanto tenemos:

$$\sigma_{Fa} = \frac{M_a}{S_a}$$

Donde:

σ_{Fa} = Esfuerzo por flexión del tubo de alimentación

M_a = Momento de flexión máximo en el tubo de alimentación

S_a = Módulo de sección del tubo de la alimentación

Obtenemos el módulo de sección de un semicírculo y para este caso tenemos:

$$S_a = 0.024 * (D_{ea}^3 - D_{ia}^3)$$

Donde:

D_{ea} = Diámetro exterior del tubo de alimentación

D_{ia} = Diámetro interior del tubo de alimentación

Tenemos:

$$S_a = 0.024 * (74^3 - 72^3) = 767.424mm^3$$

Entonces:

$$\sigma_{Fa} = \frac{39798}{767.424} = 51.85MPa$$

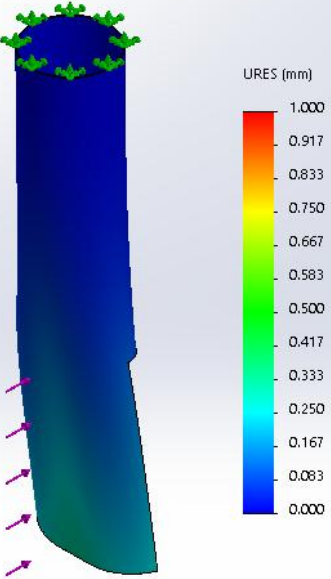
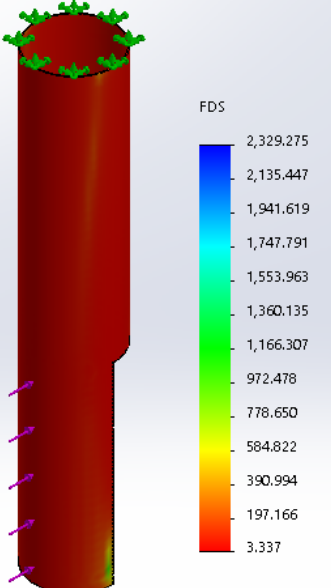
El factor de seguridad se obtiene con referencia al límite elástico del acero inoxidable AISI 316L (Anexo C):

Límite elástico: 170 N/mm², convirtiendo a 170MPa.

$$\sigma_E = 170MPa$$

Por tanto:

$$FS = \frac{\sigma_E}{\sigma_{Fsf}} = \frac{170}{51.85} = 3.28$$

Φιγυρα 57:limite elástico del tubo de alimentación.	Φιγυρα 58:Factor de seguridad del tubo de alimentación.
<p>Nombre del modelo:TUBO DE ALIMENTACION Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-) Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1 Escala de deformación: 128.769</p> 	<p>Nombre del modelo:TUBO DE ALIMENTACION Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-) Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1 Criterio: Automático Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 3.3</p> 
<p>De la imagen se muestra el desplazamiento del tubo de alimentación es menor a 1 mm.</p>	<p>Se obtuvo que, con base a los parámetros especificados, el factor de seguridad más bajo encontrado en el diseño es de 3.3, con la ayuda de la simulación CAD.</p>

Resumen de los factores de seguridad:

Referencia	Análisis	Simulación CAD
2.5-4.0	3.28	3.3

En este caso el factor de seguridad obtenido de 3.14 se encuentra dentro de los parámetros de referencia establecidos. El error obtenido entre la simulación y el análisis es debido a que en la sección transversal del ducto no se consideró su cambio de semicircunferencia a circunferencia.

1.8.14. Diseño del Sistema de sellado para mordaza horizontal.

La longitud de las mordazas horizontales depende principalmente del espacio que ocupa la niquelina la cual debe ser mayor al ancho de la funda requerida.

Ecuación 13: Condición de sellado.

$$\begin{aligned}L_{mh} &> L_n > A_F \\L_{mh} &> 180mm > 125mm \\L_{mh} &= 200mm\end{aligned}$$

Donde:

$$\begin{aligned}L_{mh} &= L_{mordaza\ horizontal} (mm) \\L_n &= L_{niquelina} (mm)\end{aligned}$$

Se consideró 10 mm de variación a cada lado para la correcta colocación de las niquelinas y cuyo espesor es de 2mm.

Entonces tenemos:

Ecuación 14: Altura de la mordaza horizontal

$$h_{MH} = S_S + S_1 + C$$

Donde:

$$\begin{aligned}h_{MH} &= \text{Altura de la mordaza horizontal (mm)} \\S_S &= \text{Superficie de sellado superior (mm)} \\S_1 &= \text{Superficie de sellado inferior (mm)}\end{aligned}$$

$$h_{MH} = 17 + 13 + 2 = 32mm$$

1.8.15. Placa soporte mordaza exterior.

Permite unir todo el sistema de sellado horizontal mediante dos ejes que estarán unidos a la placa soporte del pistón de accionamiento, que está unido a la placa soporte del interior de la mordaza.

Ecuación 15: Longitud de placa

$$L_{PE} = L_{MH} + 2 * r + 2 * X_B$$

Donde:

L_{PE} = Longitud de la placa soporte de la mordaza exterior

X_B = Distancia de variación al borde

$$L_{PE} = 200mm + 2(75mm) + 2(17.5mm) = 385mm$$

Está definido únicamente por la altura de la mordaza y colocamos una variación a los extremos superior e inferior.

$$h_{PE} = h_{MH} + X_B$$

Donde:

h_{PE} = Altura de la placa soporte de la mordaza exterior.

$$h_{PE} = 32mm + 17.5mm = 49.5mm \approx 50mm$$

La placa contiene los agujeros para acoplar los ejes, necesitando un espesor de 8 mm

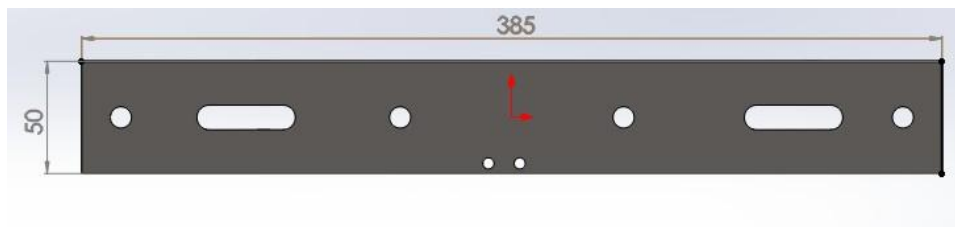
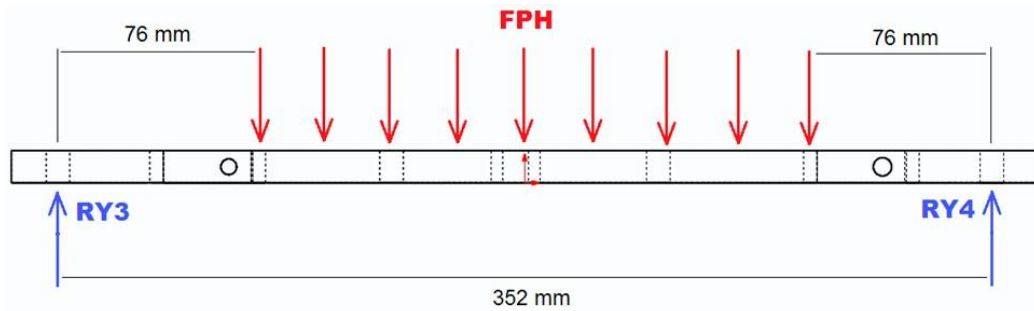


Figura 59: Placa soporte de la mordaza exterior.

Fuente: Elaboración propia

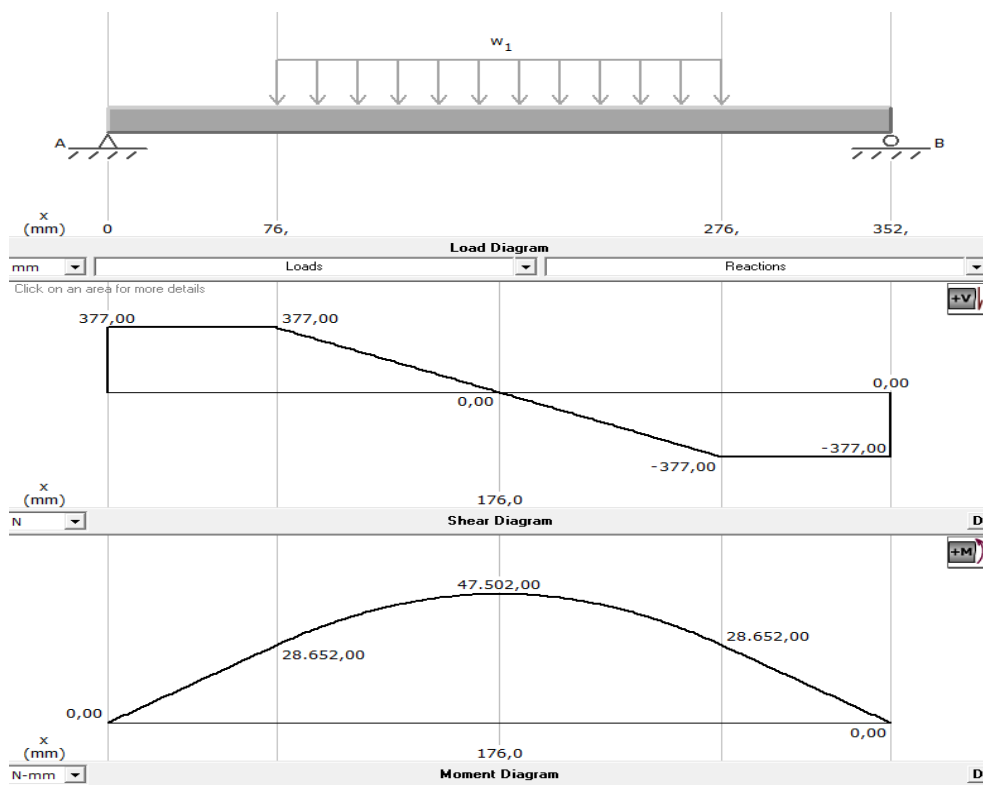
1.8.16. Análisis de cargas:

La placa soporte del exterior de la mordaza está sometida a la fuerza ejercida por el pistón de sellado vertical.



Φιγυρα 60: Fuerzas de la placa soporte de la mordaza exterior.

Fuente: Elaboración propia



Φιγυρα 61: Fuerza cortante y momento flector de la placa soporte de la mordaza exterior.

Fuente: Elaboración propia

Tenemos que la fuerza cortante máxima es de 377 N y el momento flector máximo es de 47502 N-mm.

El mayor esfuerzo que sufre la placa es debido a la flexión tenemos:

$$\sigma_{Fme} = \frac{M_{me}}{S_{me}}$$

Donde:

σ_{Fme} = Esfuerzo por flexión del soporte de la mordaza exterior (MPa)

M_{me} = M. de flexión máximo en el soporte del exterior de la modarza (N.m)

S_{me} = Módulo de sección del soporte del exterior de la mordaza (m^3)

Obtenemos el módulo de sección de un rectángulo y para este caso tenemos:

$$S_{me} = \frac{h_{PE} * e_{me}^2}{6} = \frac{50 * 8^2}{6} = 533.33mm^3$$

Donde:

e_{me} = espesor del soporte de la mordaza exterior

$$\sigma_{Fme} = \frac{47502}{533.33} = 89.07 MPa$$

El factor de seguridad se obtiene con referencia al límite elástico del acero AISI 304 (Anexo C):

Límite elástico: 205 N/mm², convirtiendo a 205MPa.

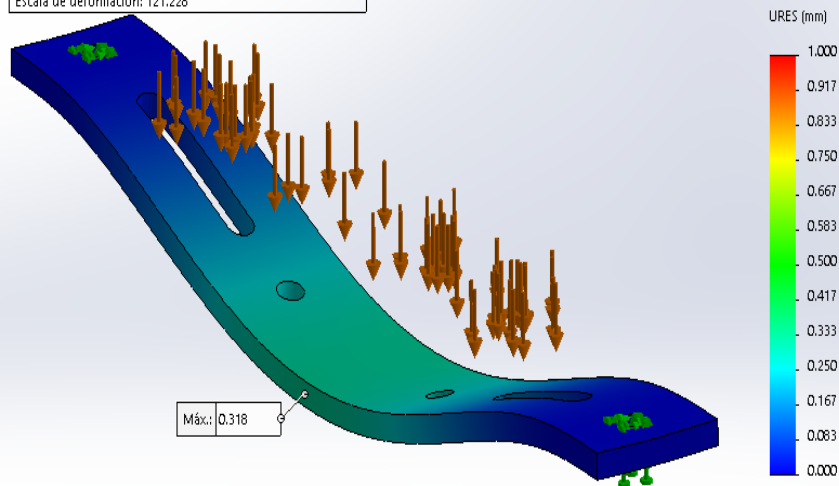
$$\sigma_E = 205 MPa$$

$$FS = \frac{\sigma_E}{\sigma_{Fme}} = \frac{205}{89.07} = 2.30$$

Con ayuda del software SolidWorks tenemos:

Φιγούρα 62: límite elástico de la placa mordaza.

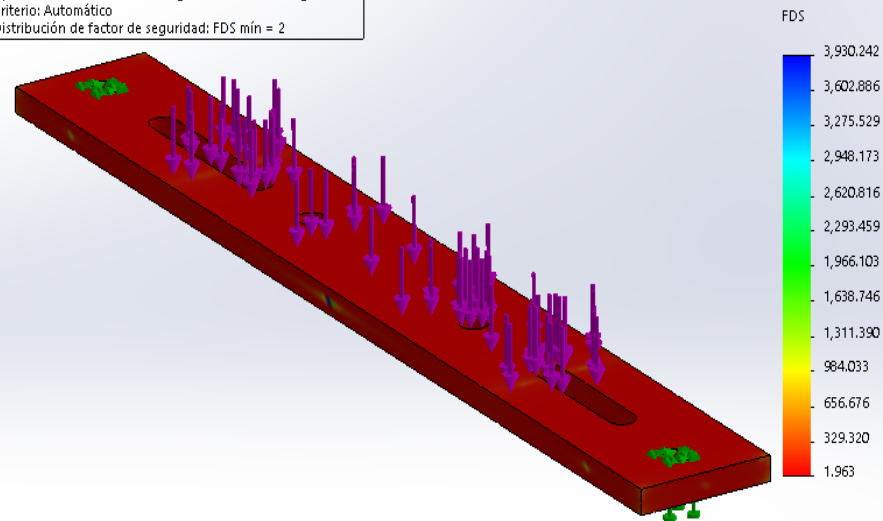
Nombre del modelo: PLACA SOPORTE MORDAZA EXTERIOR
Nombre de estudio: Análisis estático 1-(Predeterminado-)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 121.228



De la imagen se muestra el desplazamiento del elemento es menor a 1 mm.

Φιγούρα 63: Factor de seguridad de la placa mordaza.

Nombre del modelo: PLACA SOPORTE MORDAZA EXTERIOR
Nombre de estudio: Análisis estático 1-(Predeterminado-)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 2



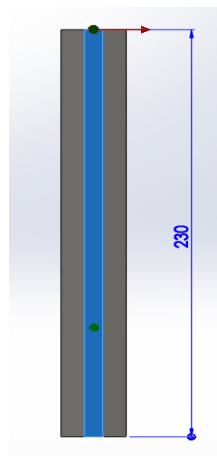
Se obtuvo que, con base a los parámetros especificados, el factor de seguridad más bajo encontrado en el diseño es de 1.96, con la ayuda de la simulación CAD.

Referencia	Análisis	Simulación
2.0-2,5	2.30	1.96

El factor de seguridad obtenido de 2.04 está dentro de los parámetros de referencia establecidos.

1.8.17. Sellado Vertical de la mordaza.

Para el dimensionamiento de la altura de la mordaza vertical se toma en cuenta la máxima longitud de la funda la cual es 220 mm, así como también la longitud de la niquelina que va en su interior, además se considera 5 mm de variación a cada extremo para obtener un correcto sellado a lo largo de la funda.



Φιγυρα 64: Longitud de la mordaza vertical

Fuente: Elaboración propia

La funda requiere un ancho de sellado de 7mm, por lo que nuestra mordaza tiene una sección transversal en forma de trapecio, donde la dimensión de la base menor es del ancho requerido. Su base mayor es dimensionada tomando en cuenta el diámetro de la cavidad que contiene a la niquelina instalada en su interior igual a 13 mm.

1.8.18. Placa soporte mordaza de sellado vertical

Esta placa cumple la función de ejercer el desplazamiento de la mordaza hacia el tubo de alimentación para realizar el sello vertical. La longitud total está dada por el largo de la placa soporte del formador más la geometría de acople para el accionamiento mediante el pistón.

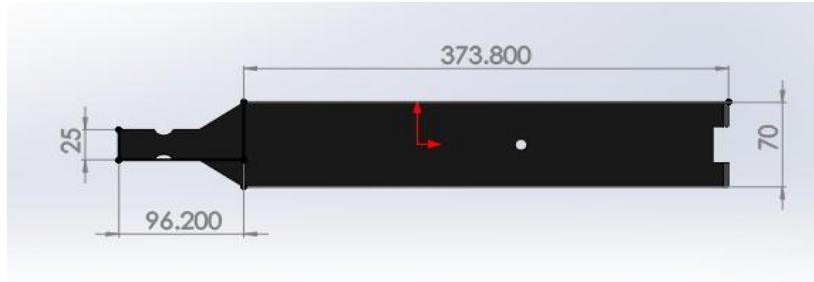


Figura 65: Dimensionamiento de la placa soporte de la mordaza de sellado vertical

Fuente: Elaboración propia

1.8.19. Análisis de Cargas.

La placa soporta la fuerza ejercida por el pistón de sellado vertical (120.6N) en su extremo izquierdo.

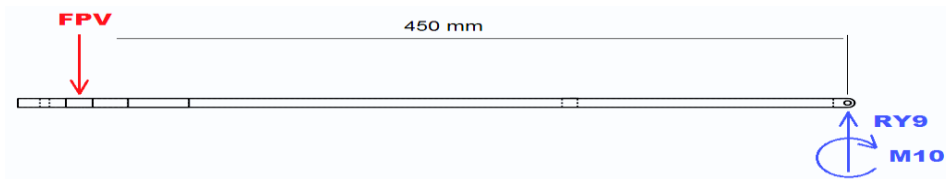


Figura 66: Diagrama de fuerzas de la placa soporte de la mordaza de sellado vertical

Fuente: Elaboración propia

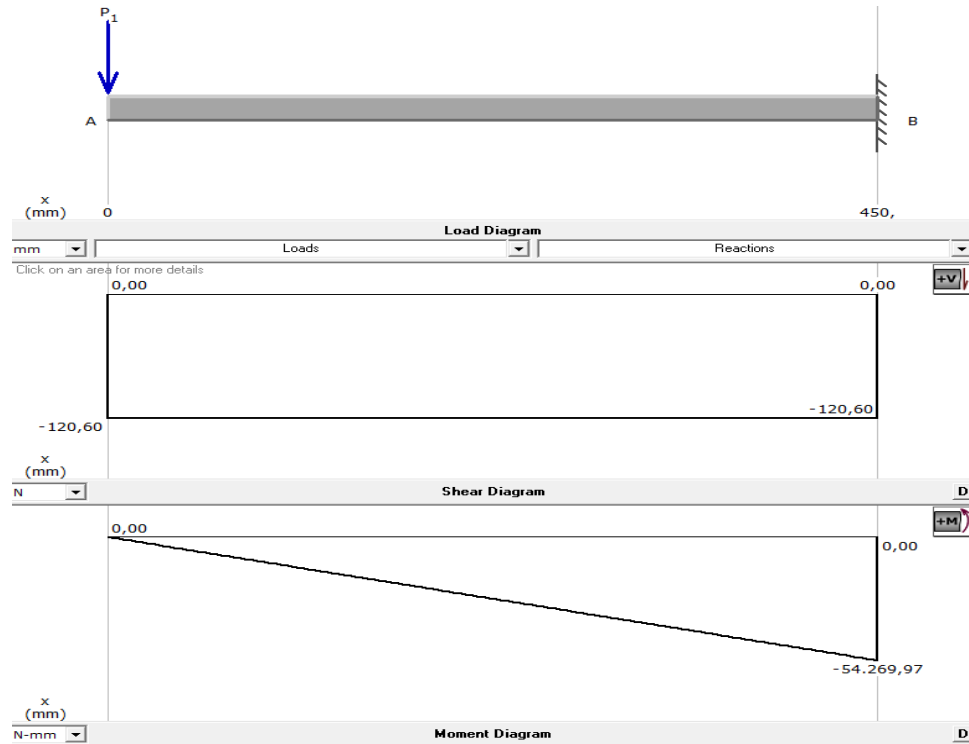


Figura 67: Diagramas de los momentos

Fuente: Elaboración propia

Obtenemos la fuerza cortante máxima de 120.6 N y el momento flector máximo de 54269.97 N-mm, el mayor esfuerzo que sufre la placa es debido a la flexión. Por tanto, tenemos:

Ecuación 16: Esfuerzo por flexión

$$\sigma_{Fmv} = \frac{M_{mv}}{S_{mv}}$$

Donde:

σ_{Fmv} = Esfuerzo por flexión del soporte de la mordaza de sellado vertical

M_{mv} = Momento de flexión máximo en el soporte de sellado vertical

S_{mv} = Módulo de sección del soporte de la mordaza de sellado vertical

Se obtenemos el módulo de sección de un rectángulo y para este caso tenemos:

$$S_{mv} = \frac{h_{mv} * e_{mv}^2}{6} = \frac{70 * 7^2}{6} = 571.67mm^3$$

Donde:

h_{mv} = Altura e la placa soporte de la mordaza de sellado vertical

e_{mv} = Espesor de la placa soporte de la mordaza de sellado vertical

Entonces:

$$\sigma_{Fmv} = \frac{54269.97}{571.67} = 94.93MPa$$

El factor de seguridad se obtiene con referencia al límite elástico del acero AISI 304 (Anexo C):

Límite elástico: 205 N/mm², convirtiendo a 205MPa.

$$\sigma_E = 205MPa$$

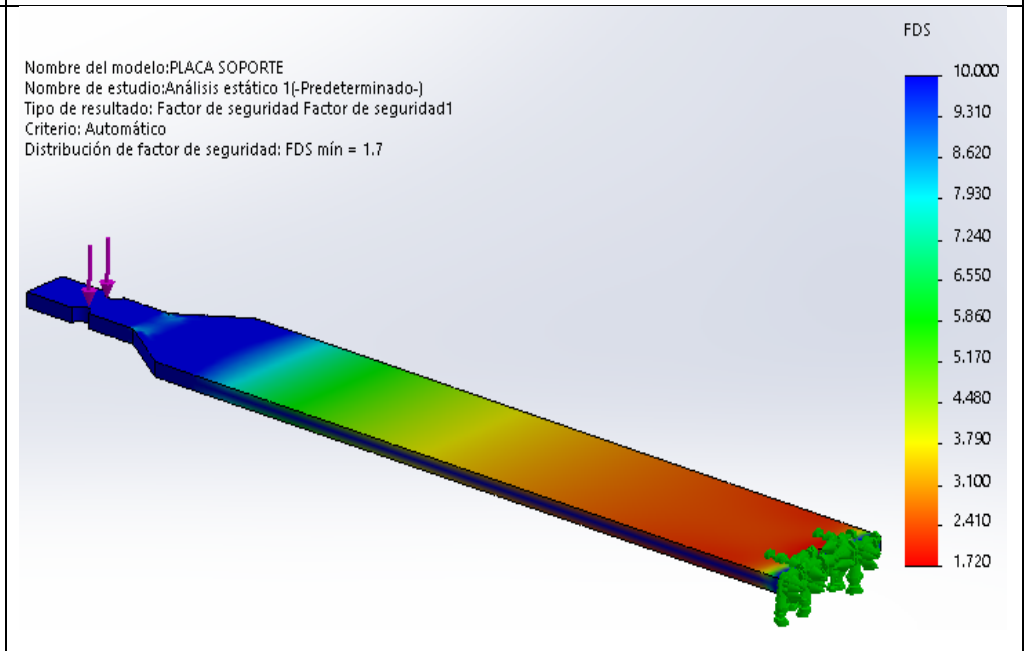
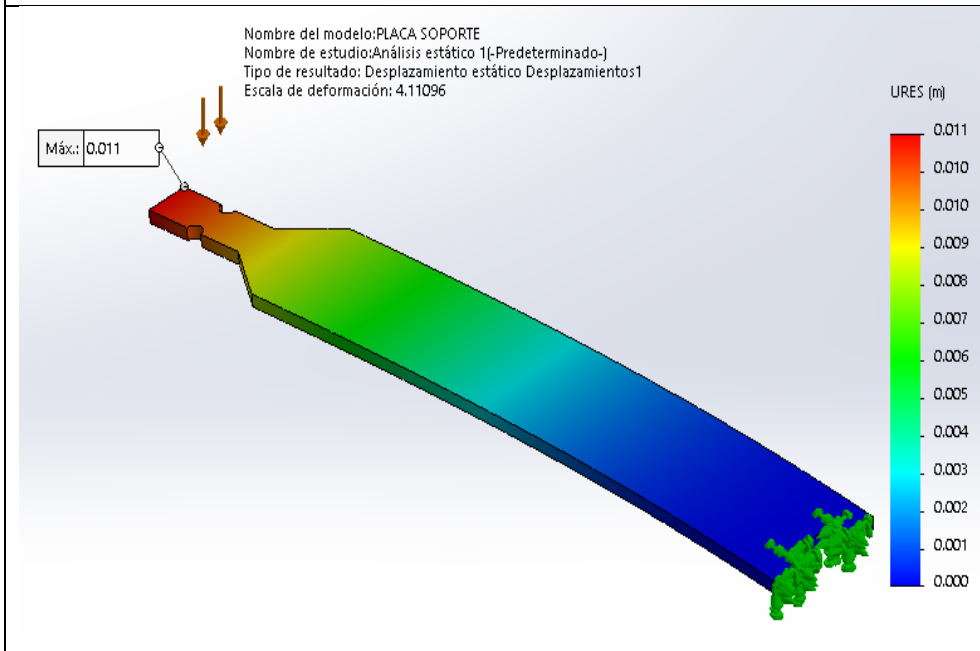
Entonces:

$$FS = \frac{\sigma_E}{\sigma_{Fmv}} = \frac{205}{94.93} = 2.16$$

Con ayuda del software SolidWorks tenemos:

Φιγυρα 68: Desplazamientos de la Placa soporte.

Φιγυρα 69: Factor de seguridad de la placa soporte.



De la imagen se muestra el desplazamiento del elemento es menor a 1 mm.

Se obtuvo que, con base a los parámetros especificados, el factor de seguridad más bajo encontrado en el diseño es de 1.7, con la ayuda de la simulación CAD.

Referencia	Análisis	Simulación
2.0-2.5	2.16	1.99

El factor de seguridad obtenido de 1.99, está dentro de los parámetros de referencia establecidos. El porcentaje de error existente se debe a que no se consideró en el análisis el cambio de la sección transversal a lo largo de la placa específicamente en la parte del acople del pistón.

1.8.20. Selección del motor eléctrico reductor

Para determinar la potencia requerida por el motor, es necesario determinar el torque para mover los elementos del sistema.

Ecuación 17: Torque del motor

$$T_{motor} = I * \alpha_{motor}$$

Donde:

I = inercia referida al eje del motor de los elementos a mover

α_{motor} = Aceleración angular del eje del motor

Tiempo de aceleración: *t = 0.5 seg.*

Velocidad nominal: $\omega = 1700 \text{ rpm} = 178 \text{ rad/seg}^2$

Hallamos la aceleración angular aproximadamente del motor:

$$\alpha_{motor} = \frac{\omega}{t} = \frac{178}{0.5} = 356 \text{ rad/seg}^2$$

Las inercias aproximadas de los elementos, referidas a la velocidad del eje del motor, se establecieron mediante la ayuda del software de diseño SolidWorks 2016, a continuación, se presenta los resultados obtenidos.

Ταβλα 6: Tabla de los elementos y su inercia.

Elementos	Inercia I_1 [g mm ²]	Inercia referida al reductor [g mm ²] $I_2 = 0.9 I_1 (n_2/n_1)^2$	Inercia referida al motor [g mm ²]
Plato inferior con contravasos cargado con dosis	1422695319	1280425787	1389261,979
Plato superior con vasos	1350714600	1215643140	1318972,807
Eje hueco	2368290,9	2131461,81	2312,636064
Catarina 1	150242	135217,8	146,711313
Catarina 2		150242	163,01257
Eje del reductor		77300	83,8705
Corona		50000	54,25
Tornillo sin fin			15000
Total [Kg m²] =			0,002725995

Fuente: Elaboración propia.

$$T_{motor} = I * \alpha_{motor} = (0.00273)(356) = 0.97 \text{ N.m}$$

Considerando que:

El factor de servicio: $sf = 1.40$ (Anexo 06), por los continuos arranques del motor y un rendimiento de 75% en el caso más desfavorable.

Calculamos la potencia requerida en la siguiente ecuación:

$$P = \frac{sf}{0.75} \left(\frac{T_{motor} * w}{9550} \right)$$

$$P = \frac{1.40}{0.75} \left(\frac{0.97 * 1700}{9550} \right) = 0.33 \text{ HP}$$

Se considera que no existe aceleración, para determinar aproximadamente el rpm. La velocidad angular es:

Ecuación 18: Velocidad angular

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

Donde:

$$\theta = 90^\circ = 1.57 \text{ rad.}$$

Entonces:

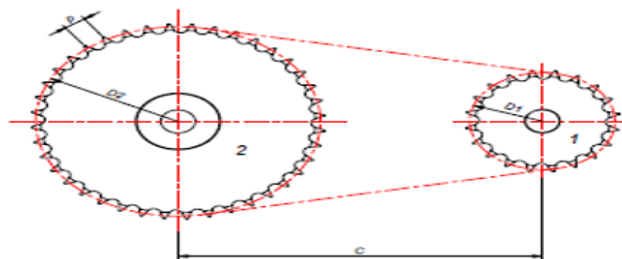
$$\omega_{1kg} = \frac{1.57}{1.7} = 0.924 \text{ rad/seg} = 8.83 \text{ rpm}$$

Se requiere una velocidad angular promedio de 8 rpm. Para obtener esta velocidad. En base a estos resultados se seleccionó un motor- reductor de las siguientes características: (Anexo 06).

Ταβλα 7: χαρακτηριστικασ δελ μοτορεδυχοτ

tipo	Tornillo sin fin
Marca	Motovario(italiano)modelo NMRV 040 i=25
potencia	0.33 HP 2polos
Velocidad de servicio	68 rpm
Torque de servicio	117Lb.pulg. - 20 N.m
D. agujero de servicio	25mm
voltaje	220-440v; 60hz trifásico
Factor de servicio	1.35
Eficiencia nominal	470%

1.8.21. Diseño de la transmisión por cadena.



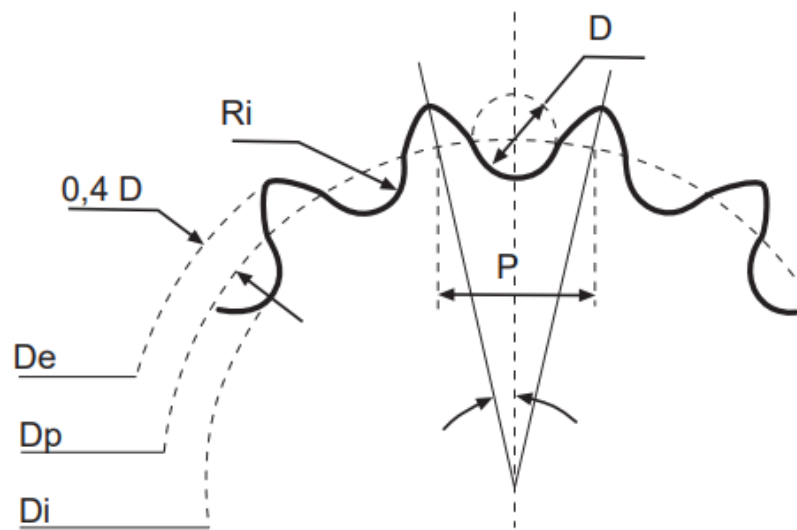
Φιγυρα 70: Διμενσιοναμιεντο δε λασ χαταλινας

Fuente:(Elaboración Propia)

Ταβλα 8: Características de selección.

Potencia transmitida	0.33 HP
Velocidad del reductor	2 rpm
Tipo de cadena	Simple de rodillos número 40
Paso	0.5 pulg – 12.7 mm.
Numero de dientes catalina pequeña	20 dientes
Relación de transmisión	1:2
Numero de dientes de transmisión catalina grande	40 dientes
Diámetro primitivo	$Dp = \frac{P}{\text{sen}(180^\circ/Z)}$

Fuente: Elaboración propia



Φιγυρα : Διμενσιοναμιεντο δε πι)ονεσ
Fuente:(Elaboración Propia)

Donde:

$D =$ Diametro de rodillo (mm).

$Dp =$ Diametro primitivo (mm).

$De =$ Diametro externo (mm)

$Di =$ Diametro interno (mm)

$P =$ Paso (mm).

$Z = \text{Numero de dientes.}$

Ver (Anexo 08):

Para $Z= 20$ dientes:

$$D_{p1} = \frac{0.5}{\text{sen}(180^\circ/20)} = 3.196 \text{ pulg.} = 81.1784 \text{ mm.}$$

Para $Z=40$ dientes:

$$D_{p2} = \frac{0.5}{\text{sen}(180^\circ/40)} = 6.37 \text{ pulg.} = 161.798 \text{ mm.}$$

Distancia entre centros:

$$a = \frac{D_{p1} + D_{p2}}{2}$$
$$a = \frac{81.1784 + 161.798}{2} = 121.4882 \text{ mm}$$

Ver (Anexo 09):

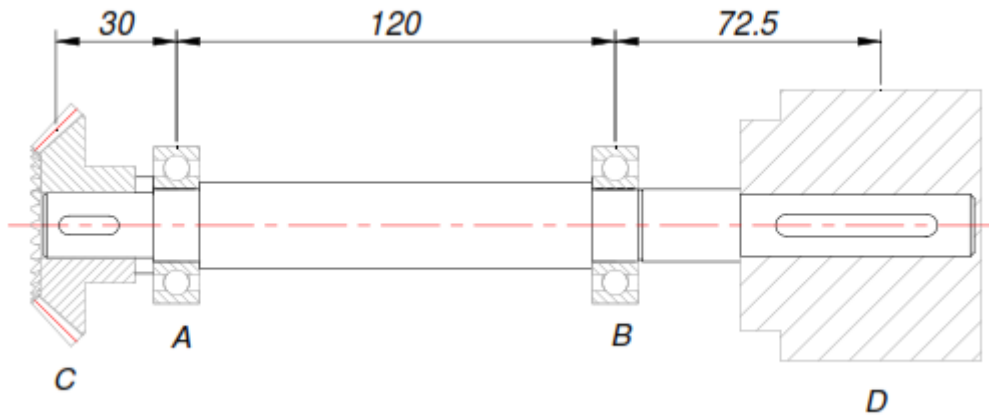
Ταβλα 91: *Características de selección de cadena*

Diámetro de Rodillo	8.51 mm
Ancho interno	7.75 mm
Paso	12.70 mm.

Fuente: *Elaboración propia*

1.8.22. Diseño y cálculo de eje transversal.

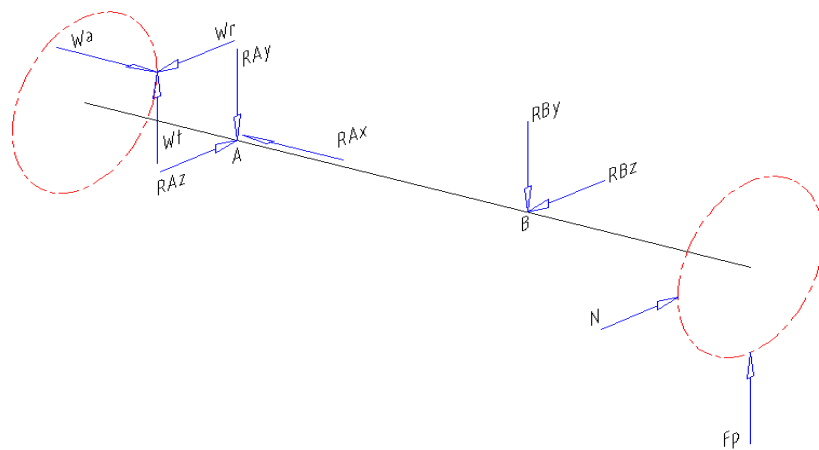
El diseño de la máquina constará de un eje transversal, en el cual se transmitirá el torque necesario a través de un engranaje, y se seleccionarán los rodamientos más adecuados.



Φιγυρα 71: Χονφιγυραχιον δελ εφε τρανσπερσαλ.

Fuente:(Elaboración Propia)

Se muestran las fuerzas que actúan sobre el eje transversal.



Φιγυρα 72: Διαγρμα δε χυερπο λιβρε δελ εφε τρανσπερσαλ.

Fuente:(Elaboración Propia)

Las fuerzas tangencial, radial y axial producidas por el engranaje cónico, se calcula la siguiente ecuación:

$$W_t = \frac{2T_2}{D_{med}}$$

$$W_a = W_t \tan \theta \sin \alpha$$

$$W_r = W_t \tan \theta \cos \alpha$$

Donde:

$D_{med} = D.$ de paso considerado el punto medio del diente = 80mm

De las características del motor-reductor indicada, se obtuvo: $T_1=20$ N.m (177lb.pulg), $H=0.33$ HP, $i = 25$ (1700rpm a 68rpm).

$$T_2 = \frac{T_1}{2} = \frac{20 \text{ N.m}}{2} = 10 \text{ N.m}$$

Entonces:

$$W_t = \frac{2 * 10 \text{ N.m}}{0.08 \text{ m}} = 250 \text{ N}$$

$$W_a = (250) \tan 20 \sin 45 = 64.34 \text{ N}$$

$$W_r = (250) \tan 20 \cos 45 = 64.34 \text{ N}$$

La fuerza de tensión de la banda dentada afecta directamente al eje. A continuación, se determina la fuerza:

$$F_p = 2F_v$$

$$F_p = F_u = \frac{T_2}{r}$$

$$F_v = 0.5F_u$$

Donde:

$r =$ Radio de la polea dentada considerando el espesor de la banda = 45mm=0.045m

$$F_p = \frac{T_2}{r} = \frac{10 \text{ N.m}}{0.045 \text{ m}} = 222.22 \text{ N}$$

De la ecuación de la banda de arrastre de la fuerza de rozamiento tenemos:

$$N = \frac{F}{4(\mu_1 + \mu_2)}$$

Donde:

N = Fuerza normal generada por la presión que ejercen las bandas de arrastre

μ_1 = Coeficiente de rozamiento entre la banda y el plástico = 0.7

μ_2 = Coeficiente de rozamiento entre el plástico y el tubo formador = 0.2

Entonces:

$$N = \frac{130}{4(0.7 + 0.2)} = 36.1N$$

Cortante y momento flector en el plano vertical:



$$\sum MA_z = 0$$

$$(F_p)(192.5) - (R_{B_y})(120) - (W_t)(30) = 0$$

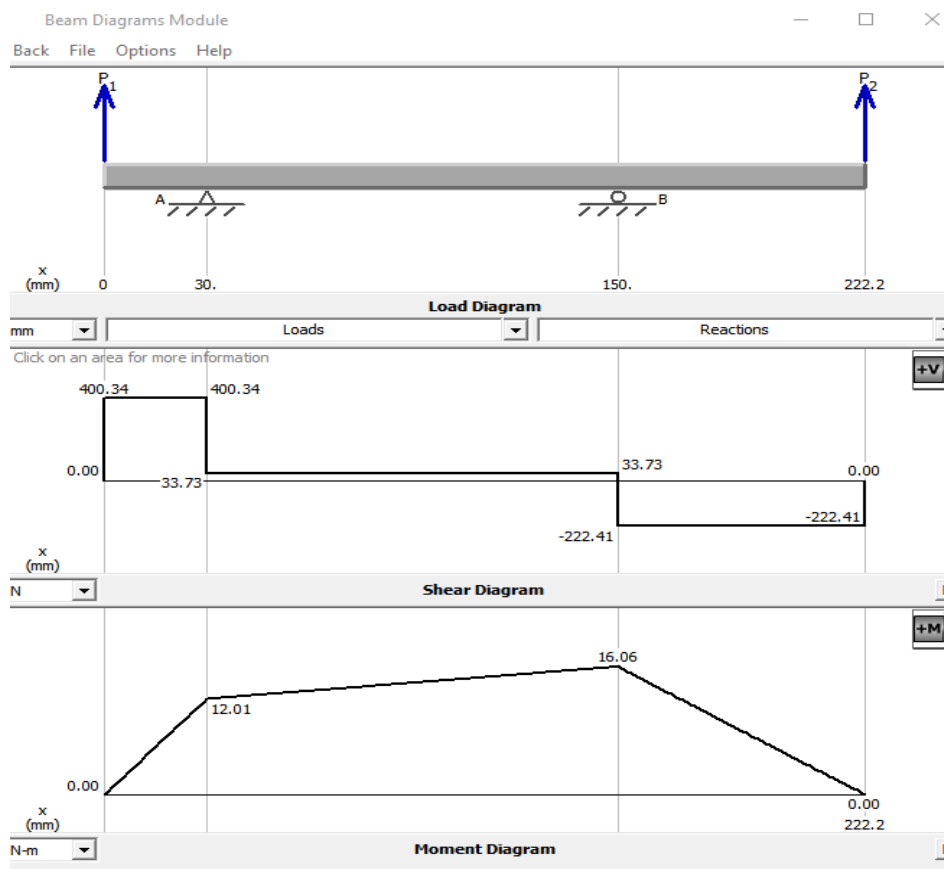
$$(222.2)(192.5) - (R_{B_y})(120) - (250)(30) = 0$$

$$(R_{B_y}) = \frac{(222.2)(192.5) + (250)(30)}{120} = 293.96N$$

$$\sum F_y = 0$$

$$W_t - R_{B_y} + F_p = R_{A_y}$$

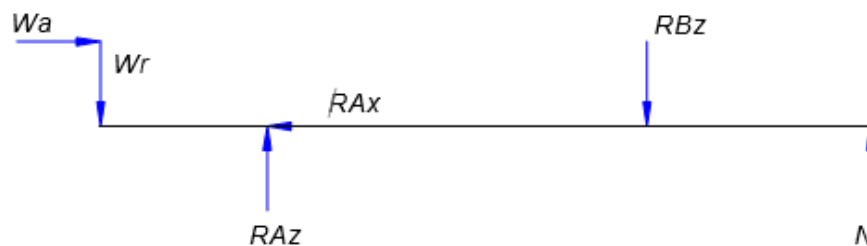
$$R_{A_y} = 250 - 293.96 + 222.2 = 178.24 N$$



Φιγυρα 73:Diagrama de cortante y momento flector en el plano vertical.

Fuente:(Elaboración Propia)

Cortante y momento flector en el plano horizontal:



$$\sum MAy = 0$$

$$(W_r)(30) - (W_a)\left(\frac{dm}{2}\right) - (N)(192.5) = RB_z(120)$$

$$(64.34)(30) - (64.34)(25.02) - (36.1)(192.5) = RB_z(120)$$

$$(RB_z) = \frac{(64.34)(30) - (64.34)(25.02) - (36.1)(192.5)}{120} = 55.24N$$

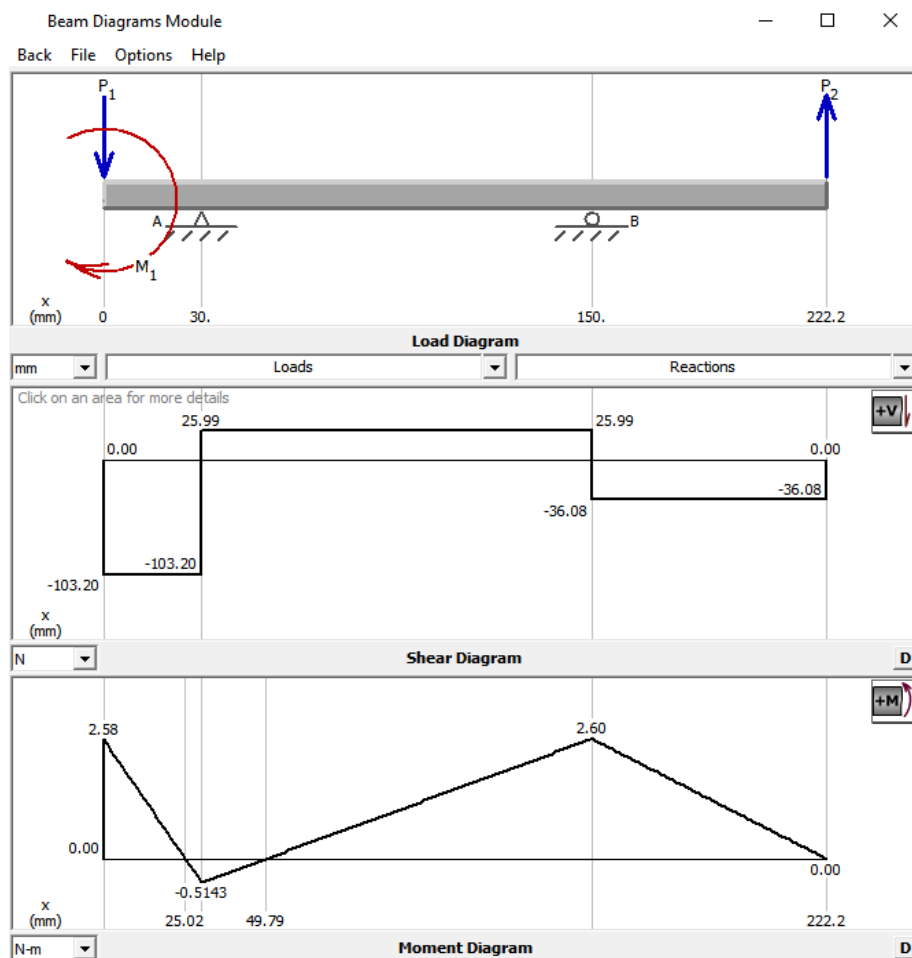
$$\sum F_z = 0$$

$$W_r + RB_z + N = RA_z$$

$$RA_z = 64.34 + 55.24 + 36.1 = 155.68 N$$

$$\sum F_x = 0$$

$$RA_x = Wa = 64.34 N$$



Φιγυρα 74: Diagrama de cortante y momento flector en el plano horizontal.

Fuente: Elaboración propia

1.8.23. Cálculo y diseño del eje motriz.

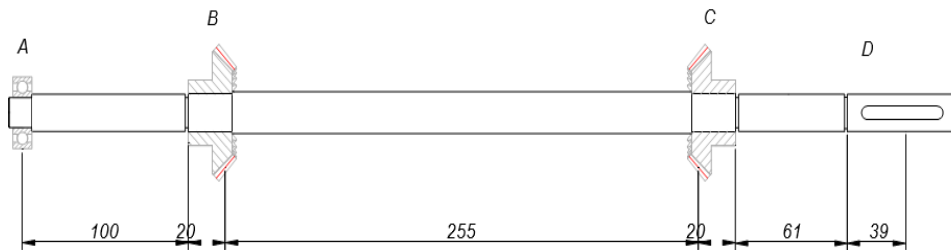


Figura 75: Configuración del eje motriz.

Fuente: Elaboración propia

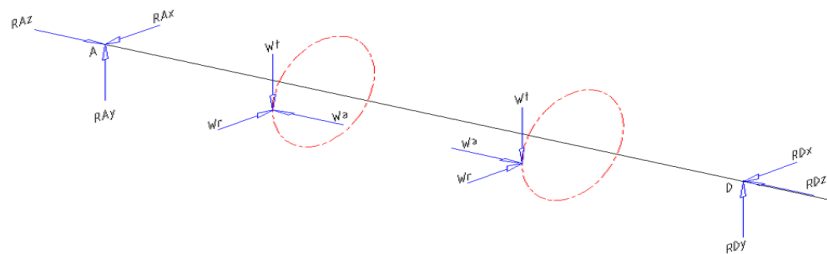


Figura 76: Diagrama del cuerpo libre del eje motriz.

Fuente: Elaboración propia

Cortante y momento flector en el plano vertical para el eje motriz



$$\sum M_{Ax} = 0$$

$$(W_t)(120) + (W_t)(375) - (R_{By})(495) = 0$$

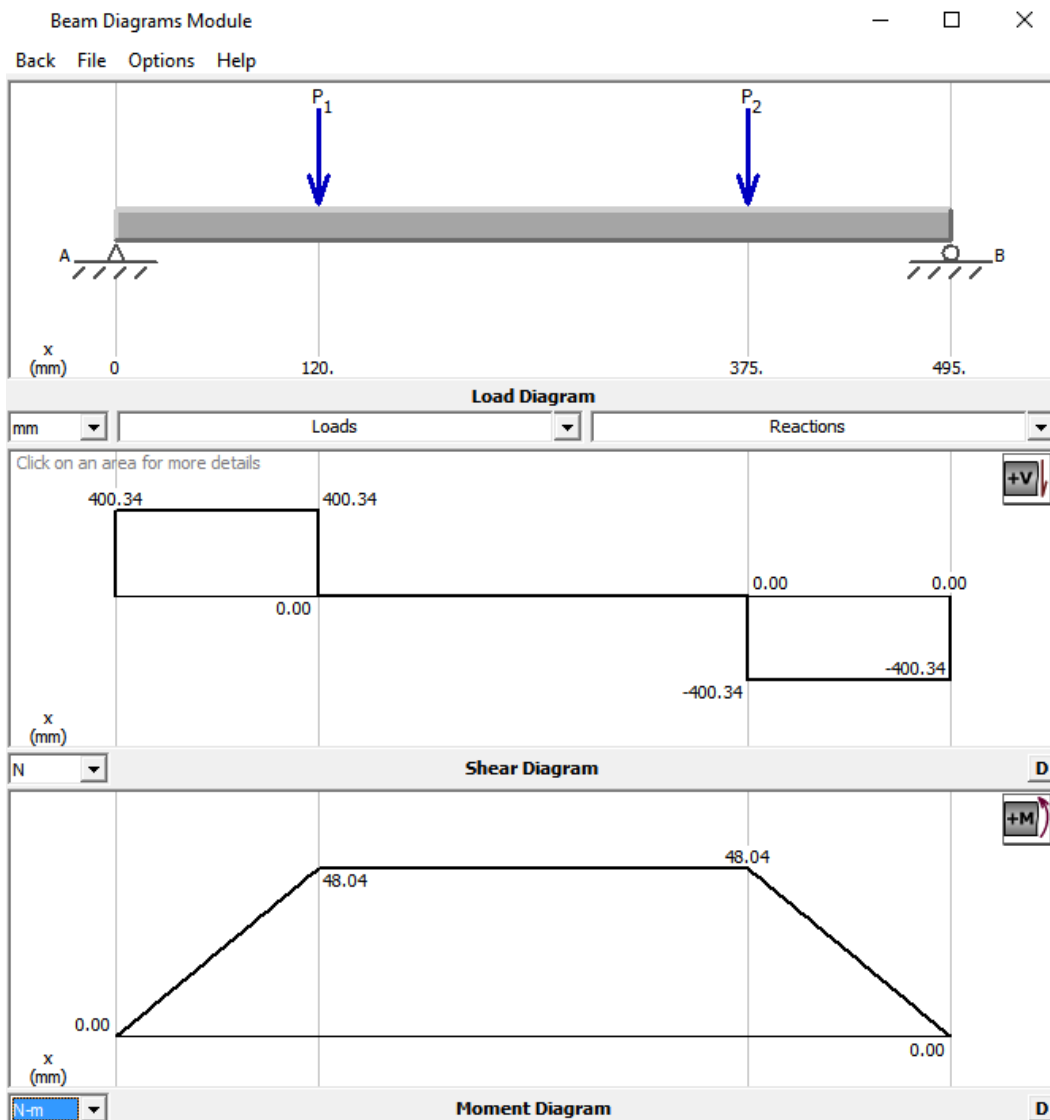
$$(250)(120) + (250)(375) - (R_{By})(495) = 0$$

$$(RBy) = \frac{(250)(120) + (250)(375)}{495} = 250N$$

$$\sum Fy = 0$$

$$RA_y + RBy = 2W_t$$

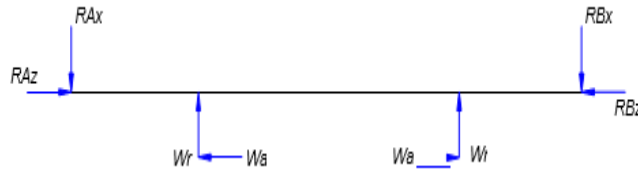
$$RA_y = 250 N$$



Φγγρα 77: Diagrama de cortante y momento flector en el plano vertical.

Fuente: Elaboración propia

Cortante y momento flector en el plano horizontal para el eje motriz.



$$\sum MA_y = 0$$

$$(W_r)(120) + (W_r)(375) - (RB_x)(495) + W_a(25) - W_a(25) = 0$$

$$(RB_x) = \frac{(64.34)(120) + (64.34)(375) + (64.34)(25) - (64.34)(25)}{495} = 64.34 \text{ N}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$2W_r - RB_x = RA_x$$

$$RA_x = 2(64.34) - 64.34 = 64.34 \text{ N}$$

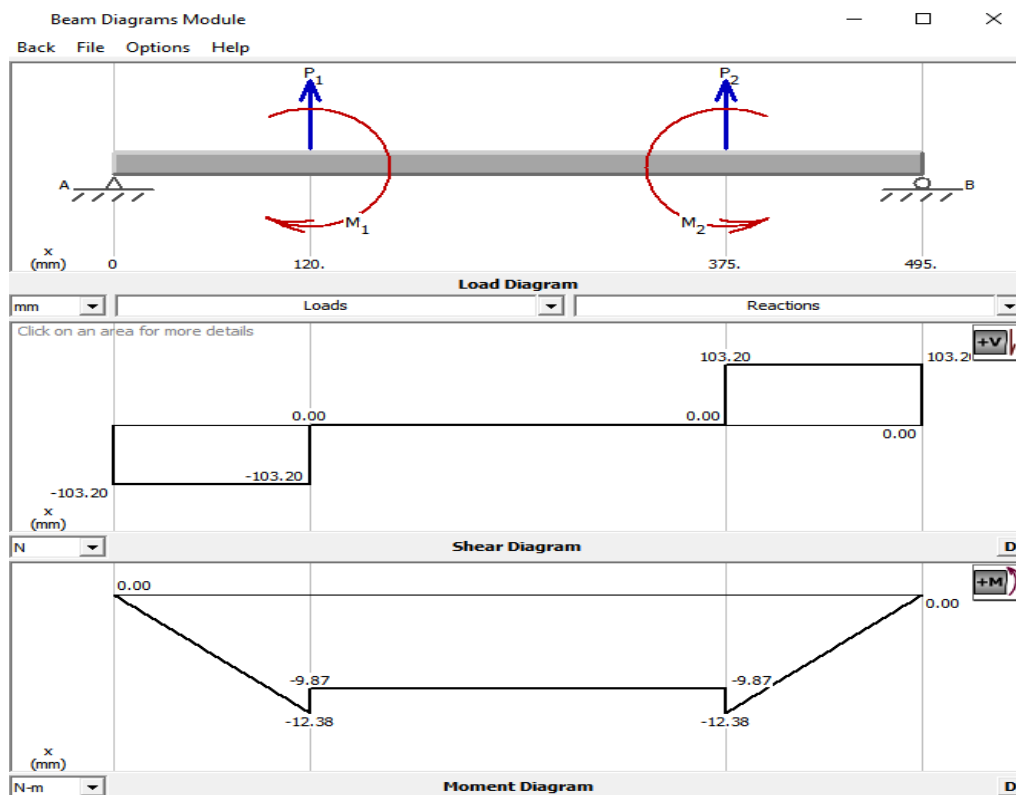
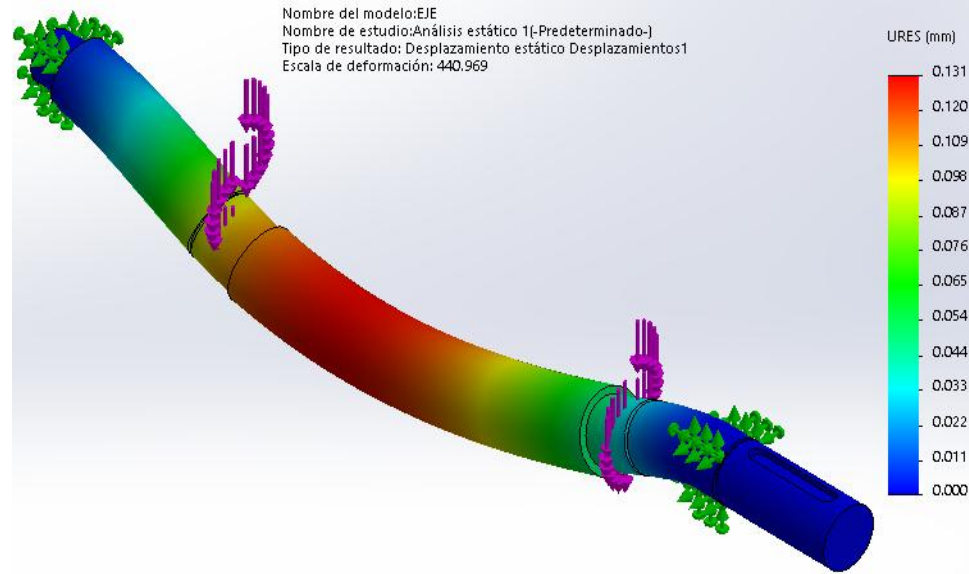


Figura 78: Diagrama de cortante y momento flector en el plano horizontal del eje motriz.

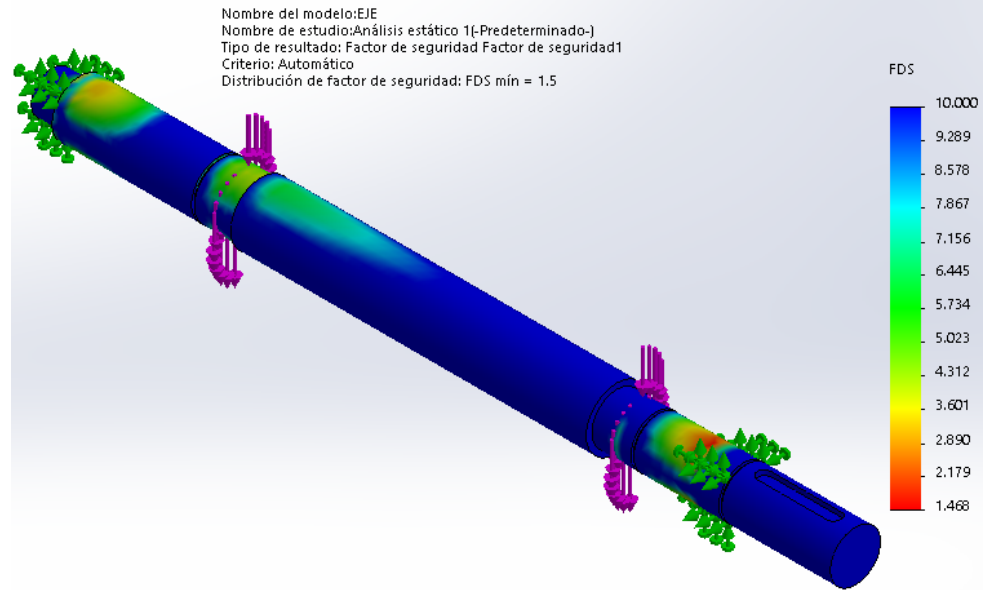
Fuente: Elaboración propia

Φιγυρα 79: Desplazamientos del eje.



De la imagen se muestra el desplazamiento del elemento es menor a 1 mm.

Φιγυρα 80: Factor de seguridad del eje.



Se obtuvo que, con base a los parámetros especificados, el factor de seguridad más bajo encontrado en el diseño es de 1.7, con la ayuda de la simulación CAD.

1.8.24. SELECCIÓN DE LOS RODAMIENTOS.

Rodamiento R1: a continuación, se muestra el cálculo necesario para la selección de un rodamiento sometido bajo carga radial debido a las fuerzas que está sometido el eje el cálculo a continuación se dará para rodamiento rígido de bolas.

$$RA_y = 250 \text{ N}$$

$$RA_z = 155.68 \text{ N}$$

Por lo tanto, la carga radial resultante en rodamiento será:

Ecuación 19: Resultante Total.

$$R = \sqrt{(RA_y)^2 + (RA_z)^2}$$
$$R = \sqrt{(250)^2 + (155.68)^2} = 294.51 \text{ N}$$

Entonces tenemos:

Carga radial: $R = F_r = 294.51 \text{ N}$

Carga axial: $RA_x = F_a = 64.34 \text{ N}$

Muestra un conjunto de datos para un rodamiento de una hilera de bolas y ranura profunda.

Ταβλα 10: Factores de carga radial y carga axial

F_a/C_0	e	$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
		X_1	Y_1	X_2	Y_2
0.014*	0.19	1.00	0	0.56	2.30
0.021	0.21	1.00	0	0.56	2.15
0.028	0.22	1.00	0	0.56	1.99
0.042	0.24	1.00	0	0.56	1.85
0.056	0.26	1.00	0	0.56	1.71
0.070	0.27	1.00	0	0.56	1.63
0.084	0.28	1.00	0	0.56	1.55
0.110	0.30	1.00	0	0.56	1.45
0.17	0.34	1.00	0	0.56	1.31
0.28	0.38	1.00	0	0.56	1.15
0.42	0.42	1.00	0	0.56	1.04
0.56	0.44	1.00	0	0.56	1.00

*Utilice 0.014 si $F_a/C_0 < 0.014$.

Fuente: Robert Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 4ta. Edición 2006.

Factor axial: $Y = 1.50$

Factor radial: $X = 0.56$

El factor de rotación V corrige las diversas condiciones de rotación:

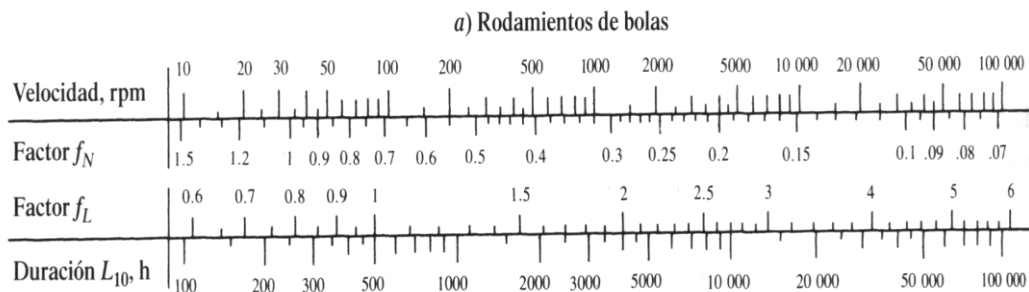
Giro del aro interior: $V = 1$

Giro del aro exterior: $V = 1.2$ (la duración de la fatiga se reduce).

Carga equivalente: $P = VXF_r + YF_a$

$$P = (1)(0.56)(294.51) + (1.5)(64.34) = 261.44 \text{ N}$$

Factor de duración 20000 horas:



Φιγυρα 81: Factores de duración y de velocidad para rodamientos de bolas

Fuente: Robert Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 4ta. Edición 2006.

Factor de velocidad de 68 rpm:

$$f_N = \left(\frac{33.3}{n}\right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{33.3}{68}\right)^{\frac{1}{3}} = 0.788$$

Ταβλα 11: Factor De Velocidad f_N .

<i>n</i> <i>r.p.m.</i>	<i>f_n</i>	<i>n</i> <i>r.p.m.</i>	<i>f_n</i>	<i>n</i> <i>r.p.m.</i>	<i>f_n</i>	<i>n</i> <i>r.p.m.</i>	<i>f_n</i>	<i>n</i> <i>r.p.m.</i>	<i>f_n</i>
10	1.494	100	0.693	450	0.420	2100	0.251	8200	0.160
12	1.405	105	0.682	460	0.417	2200	0.247	8400	0.158
14	1.335	110	0.672	470	0.414	2300	0.244	8600	0.157
16	1.277	115	0.662	480	0.411	2400	0.240	8800	0.156
18	1.228	120	0.652	490	0.408	2500	0.237	9000	0.155
20	1.186	125	0.644	500	0.406	2600	0.234	9200	0.154
22	1.148	130	0.635	520	0.400	2700	0.231	9400	0.153
24	1.116	135	0.627	540	0.395	2800	0.228	9600	0.152
26	1.086	140	0.620	560	0.390	2900	0.226	9800	0.150
28	1.060	145	0.613	580	0.386	3000	0.223	10000	0.149
30	1.036	150	0.606	600	0.382	3100	0.221	10500	0.147
32	1.014	155	0.599	620	0.378	3200	0.218	11000	0.145
34	0.994	160	0.593	640	0.374	3300	0.216	11500	0.143
36	0.975	165	0.586	660	0.370	3400	0.214	12000	0.141
38	0.958	170	0.581	680	0.366	3500	0.212	13000	0.137
40	0.941	175	0.575	700	0.363	3600	0.210	14000	0.134
42	0.926	180	0.570	720	0.359	3700	0.208	15000	0.131
44	0.912	185	0.565	740	0.356	3800	0.206	16000	0.128
46	0.898	190	0.560	760	0.353	3900	0.205	17000	0.125
48	0.885	195	0.555	780	0.350	4000	0.203	18000	0.123
50	0.874	200	0.550	800	0.347	4100	0.209	19000	0.121
52	0.863	210	0.541	820	0.344	4200	0.199	20000	0.119
54	0.851	220	0.533	840	0.341	4300	0.198		
56	0.841	230	0.525	860	0.339	4400	0.196		
58	0.831	240	0.518	880	0.336	4500	0.195		
60	0.822	250	0.511	900	0.333	4600	0.193		
62	0.813	260	0.504	920	0.331	4700	0.192		
64	0.805	270	0.498	940	0.329	4800	0.191		
66	0.797	280	0.492	960	0.326	4900	0.190		
68	0.788	290	0.487	980	0.324	5000	0.188		
70	0.781	300	0.481	1000	0.322	5200	0.186		
72	0.774	310	0.476	150	0.317	5400	0.183		
74	0.767	320	0.471	1100	0.312	5600	0.181		
76	0.760	330	0.466	11150	0.307	5800	0.179		

Fuente: <https://previa.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema10.pdf>

Según la tabla se seleccionó.

$$f_L = 3.42$$

Capacidad de carga:

$$C = \frac{P * f_L}{f_N} = \frac{261.44 * 3.42}{0.788} = 1134.68 \text{ N}$$

Bajo esta carga se seleccionó un rodamiento de bolas de una hilera y ranura profunda, 6004, (Anexo 10):

$$C = 10000 \text{ N}; C_o = 5000.$$

$$F_a/C_o = 0.013 \approx 0.014$$

Tabla de factores de carga y radial: $e = 0.19$

Rodamiento R2:

Para el rodamiento dos solo soporta carga radial.

Las fuerzas aplicadas al eje transversal son las siguientes:

$$RB_z = 55.24 \text{ N}$$

$$RB_y = 293.96 \text{ N}$$

Por lo tanto, la carga radial resultante en rodamiento será:

$$R = \sqrt{(RB_y)^2 + (RB_z)^2}$$
$$R = \sqrt{(293.96)^2 + (55.24)^2} = 299.11 \text{ N}$$

Entonces tenemos:

Carga radial:

$$R = Fr = 299.11 \text{ N}$$

Factor de rotación:

$$V = 1$$

Carga equivalente:

$$P = V * Fr = 299.11 \text{ N}$$

Factor de duración 20000 horas:

$$f_L = 3.42$$

Factor de velocidad de 68 rpm:

$$f_N = 0.788$$

Capacidad de la carga:

$$C = \frac{P * f_L}{f_N} = \frac{299.11 * 3.42}{0.788} = 1298.17 \text{ N}$$

Bajo esta carga se seleccionó un rodamiento de bolas de una hilera y ranura profunda, 6004, (Anexo 10):

$$C = 10000 \text{ N}; C_o = 5000.$$

Rodamiento R3:

Para el rodamiento tres se soportan carga radial y de empuje. Las fuerzas aplicadas al eje transversal son las siguientes:

$$RA_y = 250 \text{ N}$$

$$RA_x = 64.34 \text{ N}$$

Por lo tanto, la carga radial resultante en rodamiento será:

$$R = \sqrt{(RA_y)^2 + (RA_x)^2}$$

$$R = \sqrt{(250)^2 + (64.34)^2} = 258.147 \text{ N}$$

Entonces tenemos:

$$\text{Carga radial: } R = Fr = 258.147 \text{ N}$$

$$\text{Carga de empuje: } RA_z = Fa = 155.68 \text{ N}$$

$$\text{Factor de empuje: } Y = 1.50$$

$$\text{Factor radial y de empuje: } X = 0.56$$

$$\text{Factor por rotación: } V = 1$$

$$\text{Carga equivalente: } P = VXF_r + YF_a$$

$$P = (1)(0.56)(258.147) + (1.5)(155.68) = 378.08 \text{ N}$$

Factor de duración 20000 horas:

$$f_L = 3.42$$

Factor de velocidad de 68 rpm:

$$f_N = 0.788$$

Capacidad de la carga:

$$C = \frac{P * f_L}{f_N} = \frac{378.08 * 3.42}{0.788} = 1640.91 N$$

Bajo esta carga se seleccionó un rodamiento de bolas de una hilera y ranura profunda, 6203 (Anexo 11):

$$C = 10000 N; C_o = 4761.5.$$

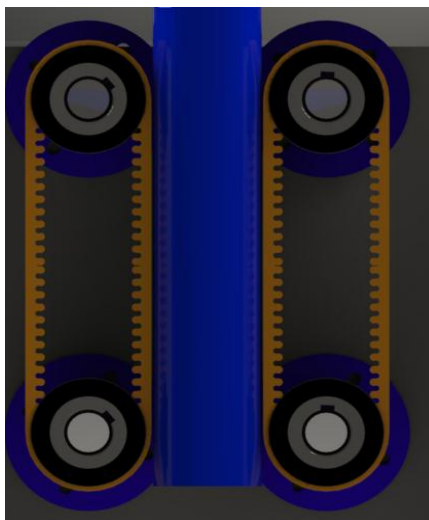
$$Fa/C_o = 0.022$$

Tabla de factores de carga y radial:

$$e = 0.207$$

1.8.25. Selección de arrastre de bobina.

El plástico podrá pasar por el formador gracias a la tracción ejercida por el sistema de bandas de arrastre ya que este sistema impone las mejores propiedades de deslizamiento de la cara interna del material.



Φιγυρα 82: Tracción Del material de empaque

Fuente: Elaboración propia

Las bandas de arrastre de ninguna manera deben deslizar respecto a sus poleas al momento de la tracción del material, por lo que se decidió utilizar bandas de sincronización. Considerando el diámetro del tubo de alimentación, se decidió utilizar una banda de 50mm de ancho. A partir del paso de la banda, se seleccionó la polea 66-T10-24, donde: 24 es el número de dientes.

El cálculo del diámetro de paso de la polea está determinado por la siguiente ecuación.

Ecuación 20: Diámetro de paso

$$do = \frac{Z * P}{\pi}$$

Donde:

$$Z = 24 \text{ dientes}$$

$$do = \frac{24 * 10}{\pi} = 76.39mm$$

Como se necesita una relación de transmisión 1:1, la distancia entre centros.

Tenemos la siguiente ecuación:

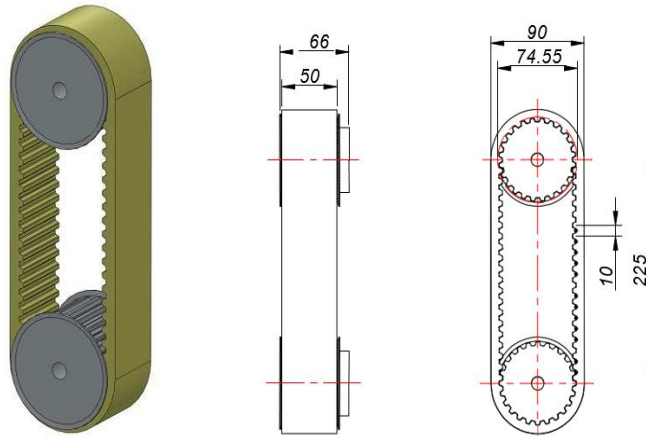
$$L = 2c + \pi do = do$$

Donde:

$$L = 690$$

$$c = \frac{L - \pi do}{2} = \frac{690 - \pi(76.4)}{2} = 225mm$$

De acuerdo con los parámetros obtenidos de los anexos y los calculados, las bandas dentadas para el arrastre tienen las siguientes dimensiones.

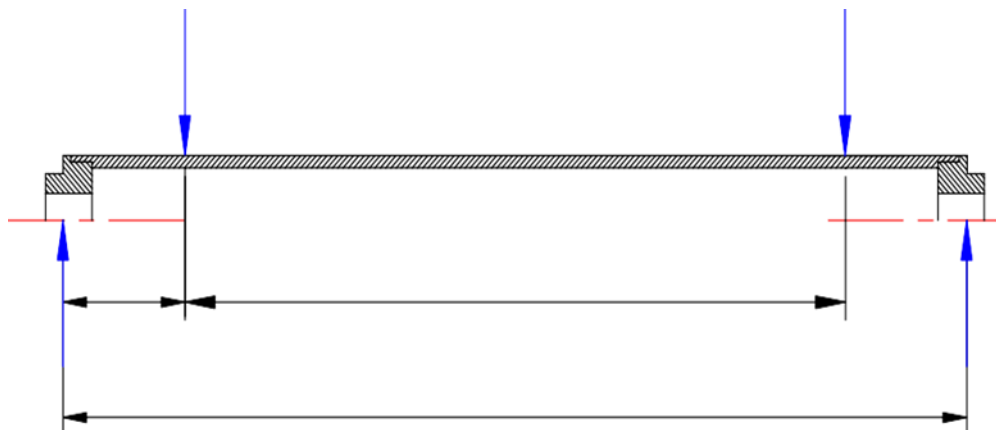


*Φιγυρα 83:*Detalle de las bandas de arrastre

Fuente: Elaboración propia

1.8.26. Diseño de la porta bobina.

Dimensionamiento del tubo porta bobina. La distancia entre los sujetadores está dada por el ancho de la bobina de plástico es 380 mm.



*Φιγυρα 84:*Diagrama de Cuerpo Libre del tubo porta bobina.

Fuente: Elaboración propia

El peso de la bobina de plástico es $9.8 (42\text{Kg}) = 411.6 \text{ N}$, $F=205.8\text{N}$

$$\sum Ma = 0$$

$$(R_b)(495) = (F)(57.5) + (F)(437.5)$$

$$R_b = 206 \text{ N}$$

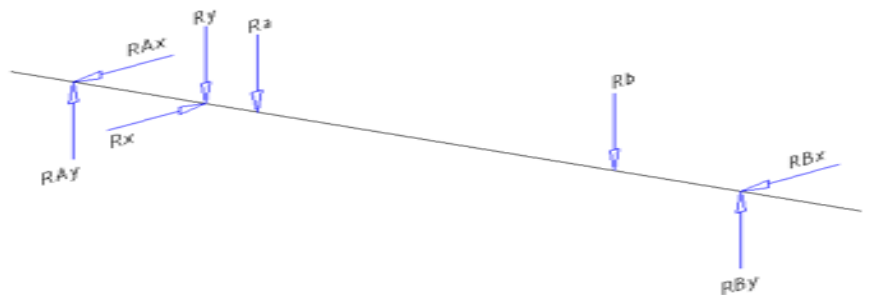
$$\sum F_y = 0$$

$$R_a + R_b = 2F$$

$$R_a = 206 \text{ N}$$

Para un tubo de 2 pulg. Cédula 40. (D=60.325mm, d=52.5mm), no se prevé una deflexión exagerada.

1.8.27. Diseño del eje porta bobina. Del diagrama de cuerpo libre para el tambor o polea, se determinó las fuerzas de reacción al momento de que la banda de frenado actúa sobre el tambor. $R_x = 81 \text{ N}$, $R_y = 129.6 \text{ N}$.



Calculo cortante y momento flector en el plano vertical para el eje porta bobina.

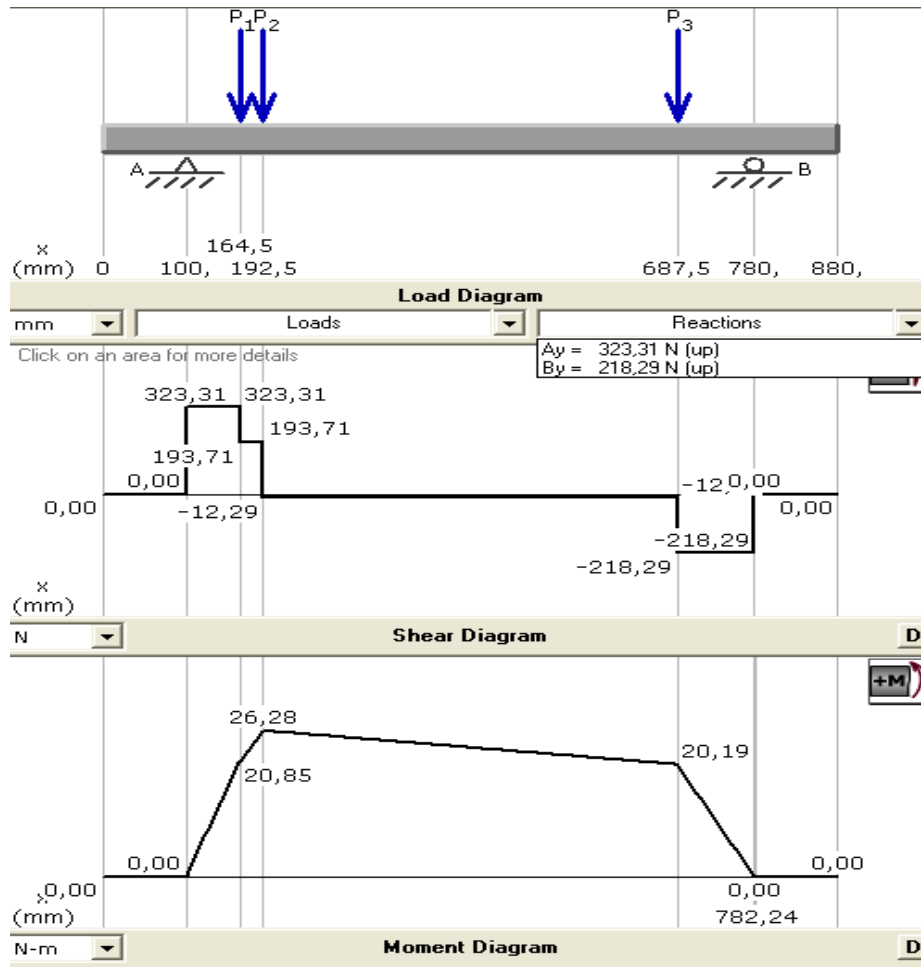
$$\sum M_{Ax} = 0$$

$$(R_y)(64.5) - (R_a)(92.5) - (R_b)(587.5) = R_{By}(680)$$

$$R_{By} = 218.3 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{Ay} = R_y + R_a + R_b + R_{by} = 323.3$$



Φιγυρα 85: Diagrama de cortante y momento flector en el plano vertical para el eje porta bobina.

Fuente: Elaboración propia

Calculo cortante y momento flector en el plano horizontal para el eje porta bobina.

$$\sum M_{Ay} = 0$$

$$(R_x)(64.5) = R_{B_x}(680)$$

$$R_{B_x} = 7.68 \text{ N}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$R_{A_x} = R_x - R_{B_x} = 73.32 \text{ N}$$

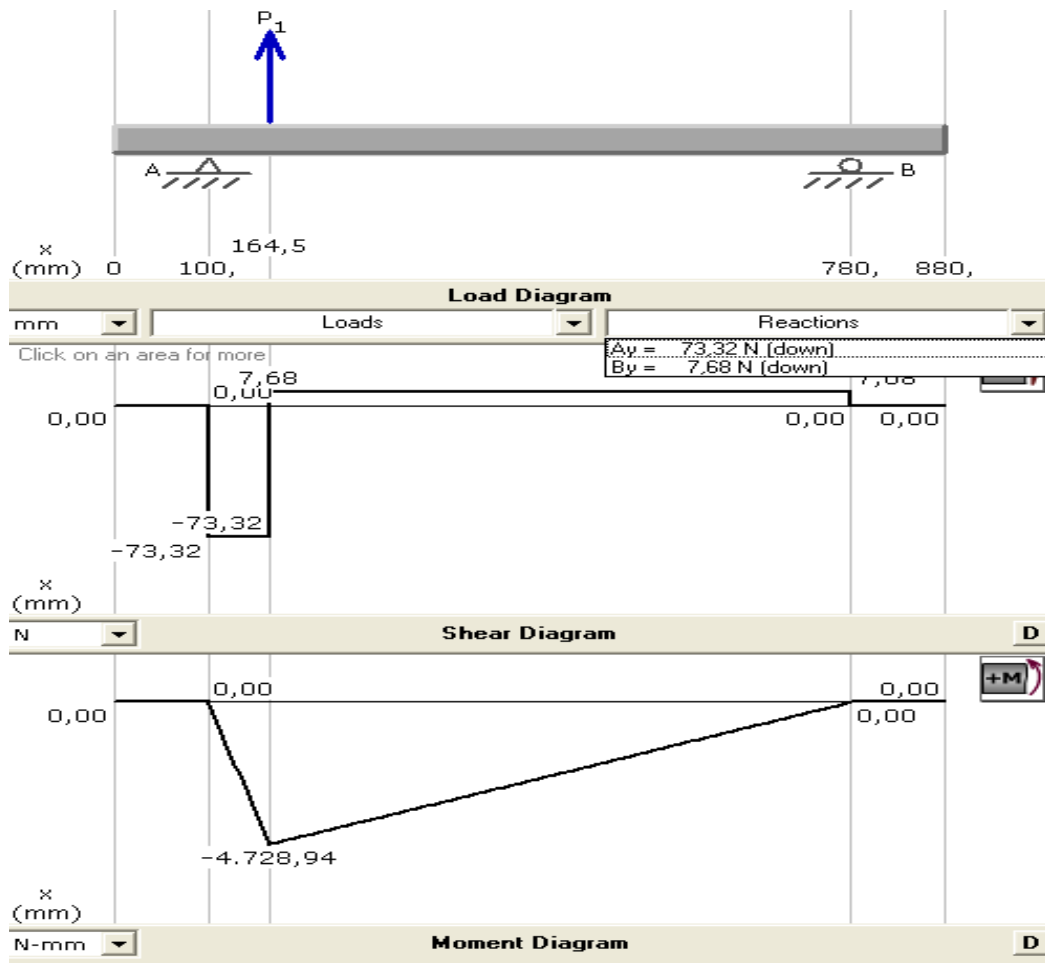


Figura 86: Diagrama de cortante y momento flector en el plano horizontal para el eje porta bobina.

Fuente: Elaboración propia

Material: AISI 304,

$S_{ut} = 85 \text{Kpsi}$

$S_y = 85 \text{Kpsi}$.

La resistencia a la fatiga real es.

$$S'_n = S_n(C_m)(C_{st})(C_r)(C_s)$$

Donde:

$$S'n = 32Kpsi, \text{maquinado}$$

$$\text{confiabilidad de } 0.99, Cr = 0.85$$

$$\text{Factor de tamaño: } Cs = 0.85$$

Entonces:

$$S'n = 32(0.81)(0.85) = 22Kpsi$$

Punto c: Este es la que gobierna el diseño. En esta sección existe una ranura para anillo de seguridad donde está apoyado la porta bobina,

$$Kt = 3.$$

En momento flector es:

$$Mc = \sqrt{4.73^2 + 20.85^2} = 21.38 \text{ N.m}$$

En la siguiente ecuación hallamos la profundidad de la ranura Dc .

$$Dc = \left[\frac{32 N}{\pi} \sqrt{\left(\frac{Kt.M}{S'n} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{T}{Sy} \right)^2} \right]^{1/3}$$
$$Dc = \left[\frac{32 (2)}{\pi} \sqrt{\left(\frac{(3)(189.23)}{22000} \right)^2} \right]^{1/3} = 0.81plg = 20.5mm$$

El 6%, por la profundidad de la ranura. $Dc = 21.74mm$

1.8.28. Selección de accionamiento neumático.

Se utiliza los accionamientos neumáticos para la transformación de energía neumática en trabajo mecánico con la finalidad de transmitir presión, caudal en fuerza y velocidad. Para ello el traslado de energía tenemos: Actuadores (cilindros, motores), mando de energía (válvula de caudal, válvula de direcciones, válvula de bloqueo, válvula de presión) y el accionamiento (manual, eléctrico, electrónico). Los cilindros más utilizados en los mecanismos son: cilindro de simple efecto (CSE) y cilindro de doble efecto

(CDE), su dimensionamiento es de diferentes tipos y tamaños para el caso del CSE tiene una sola conexión de aire comprimido no pudiendo realizar trabajo más de un sentido, necesitando solamente aire para un movimiento de traslación retornando el vástago por efecto de un muelle. Para el caso del CDE, la fuerza que ejerce por el aire comprimido hace que el embolo realice un movimiento de traslación en los dos sentidos con una fuerza útil en la ida y en el retorno. Para el dimensionamiento de los cilindros neumáticos básicamente son el diámetro del embolo, el diámetro del vástago y carrera.

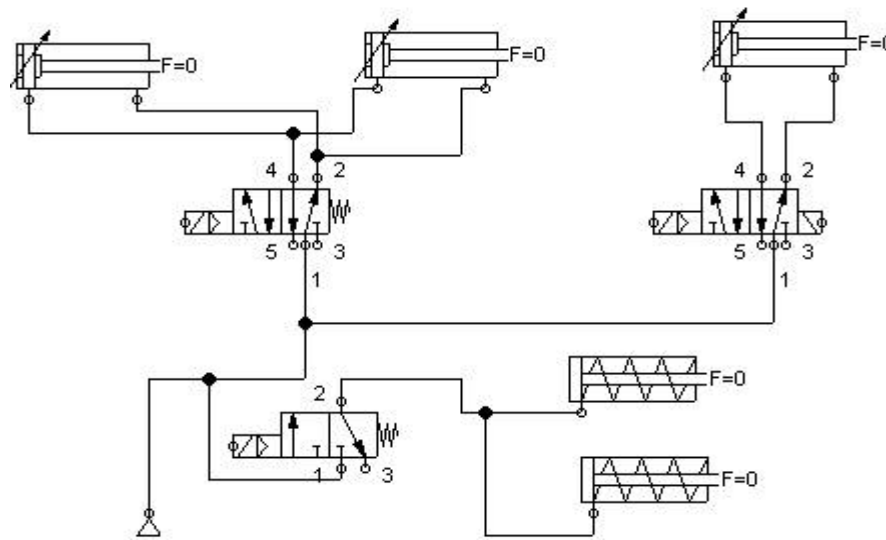


Figura 87: Diagrama del sistema neumático.

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la figura la conexión de los cilindros neumáticos con todos sus componentes como electroválvulas y los cilindros de doble y simple efecto.

1.8.29. Cilindro neumático para mordaza horizontal:

Para la selección de cilindro neumático se realiza en base a los parámetros de la fuerza de avance y la distancia de carrera la cual es de 80mm para producir una apertura de mordaza de 160mm. Para calcular la fuerza se realiza el diagrama de cuerpo libre del sellado.

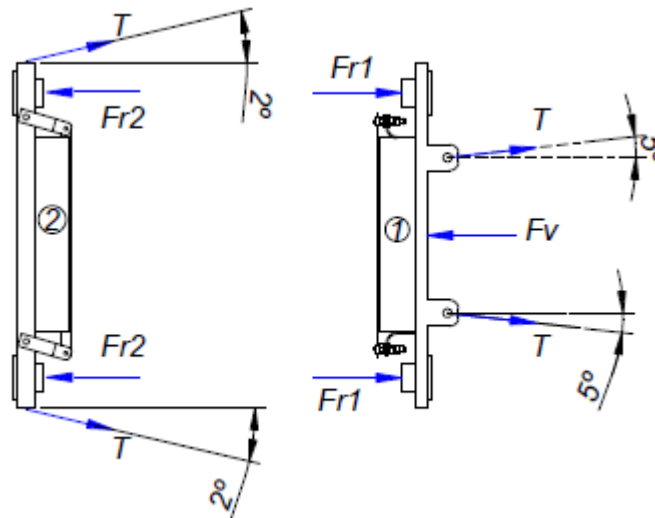


Figura 88: Sistema de mordaza.

Fuente: Elaboración propia

En la figura se aprecia el sellado con el sellado horizontal.

Con ayuda del programa SolidWorks se determinó la masa del elemento a analizar dando como resultado.

Mordaza 1	m= 4.7
Mordaza 2	m=3.4

Calculando la fuerza para iniciar el movimiento para la mordaza 2

$$\sum F_x = 0$$

$$2F_2 = 2 \operatorname{sen} 2^\circ$$

$$T = \frac{\mu N}{\operatorname{sen} 2^\circ}$$

Sabiendo que el coeficiente estático de rozamiento $\mu = 0.18$

$$T = \frac{0.18(16.7)}{\operatorname{sen} 2^\circ}$$

$$T = 87.6 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$2N = mg$$

$$N = \frac{mg}{2}$$

$$N = \frac{3.4(9.8)}{2}$$

$$N = 16.7 \text{ N}$$

Entonces para la mordaza 1:

$$\sum F_x = 0$$

$$2F_r + 2 T \text{sen}5^\circ = F_v$$

$$F_v = 2(0.18) + 2 (87.6) \text{sen}5^\circ$$

$$F_v = 24 \text{ N}$$

Se supone que el cilindro neumático tenía un rendimiento de 75%, entonces la fuerza necesaria sería:

$$F_v = \frac{24}{0.75}$$

$$F_v = 32 \text{ N}$$

Habiendo hallado la fuerza necesaria se procede a la selección del cilindro del catálogo de FESTO que se sería un cilindro de doble efecto, DNC 32-80 con amortiguadores de final de carrera a cada lado, (Anexo 02).



Figura 89. Cilindro neumático

Fuente: https://www.festo.com/cms/es-pe_pe/17407.htm

1.8.30. Cilindro neumático para corte de fundas:

Se activará cuando las mordazas se cierran, después de haber sellado una cuchilla es accionada con un cilindro neumático pequeño. Para este diseño se realizó en base al dimensionamiento del mecanismo, para tener la ubicación del cilindro y la cerrera del pistón.

En este caso la fuerza no es uno de los parámetros, solo con la carrera se podrá seleccionar el cilindro neumático. Se fija una carrera de 10mm por lo tanto se seleccionó un cilindro de doble efecto FESTO, DSNU 16-10, (Anexo 01).



Figura 90: Cilindro neumático

Fuente: https://www.festo.com/cms/es-pe_pe/17407.htm

1.8.31. Cilindro neumático para mordaza vertical.

La carrera del cilindro en este caso no es un parámetro para determinar el diseño, se decide utilizar dos cilindros para poder ejercer una presión uniforme en el material de empaque. Considerando que la mordaza debe separar una distancia prudente para que el empaque pueda deslizarse correctamente. Se seleccionó el cilindro FESTO DSNU 25-10 con amortiguador de final de carrera en ambos lados, (Anexo 01).

1.8.32. Selección de electroválvulas.

Se seleccionará dos electroválvulas 5/2 con centro cerrado para el mando del cilindro de doble efecto. Para las electroválvulas se estimará una caída de presión.

$$\Delta P_t = 3.6 \text{ bar}$$

Refiriéndonos de forma general a la totalidad de las válvulas de nuestro sistema neumático, tenemos que ubicar los requerimientos neumáticos para la correcta selección como son:

Presión de trabajo

Caudal requerido

Partiendo de esto tenemos que:

$$P = 31 \text{ Mpa}$$

Sabiendo el volumen que se utilizare para nuestro sistema se procede a calcular el caudal con la siguiente ecuación.

Ecuación 21: Caudal

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0.125}{15}$$

$$Q = 0.0083333 \frac{m^3}{s}$$

En base a estos parámetros se seleccionó la válvula del catálogo de FESTO tipo **5/2 VIAS CON BOBINAS MFH 1/8 110V** ver (Anexo 11).

CONEXIONA NEUMATICA	G1/8
---------------------	------

Caudal nominal	500 l/min
Tension	110 V AC

1.8.33. Selección y diseño del sistema automatizado.

Evaluación técnica y económica del sistema a utilizar en la automatización de la máquina.

Ταβλ.α 12: *EVALUACIÓN DE PROYECTOS PRELIMINARES SEGÚN EL VALOR TÉCNICO*

DISEÑO MECÁNICO - EVALUACIÓN DE PROYECTOS									Área de Diseño	
Valor Técnico (Xi)										
<i>Proyecto: sistema automatizado de maquina empacadora</i>										
Criterios de evaluación para diseño en fase de conceptos o proyectos										
Variantes de Proyectos		Contactores			micro controlador		PLC		Solución Ideal	
Nº	Criterios de Evaluación	g	P	gp	p	gp	p	gp	p	gp
1	Prestaciones	9	3	27	3	27	3	27	4	36
2	Comunicaciones	8	2	16	3	24	3	24	4	32
3	Facilidad de programación	8	3	24	3	24	3	24	4	32
4	costo	8	3	24	3	24	4	32	4	32
5	Instalación	6	3	18	2	12	3	18	4	24
6	ergonomía	7	3	21	2	14	3	21	4	28
7	Sencillez de operación	7	3	21	3	21	3	21	4	28
8	seguridad	6	3	18	2	12	3	18	4	24
9	Versatilidad	5	3	15	3	15	4	20	4	20
10	Mantenimiento	8	3	24	3	24	4	32	4	32
Puntaje máximo $\sum p$ ó $\sum gp$			29	208	27	197	33	237	-	288
Valor Técnico Xi			-	0.72	-	0.68	-	0.82	-	1.00
Orden			-	2	-	3	-	1	-	-

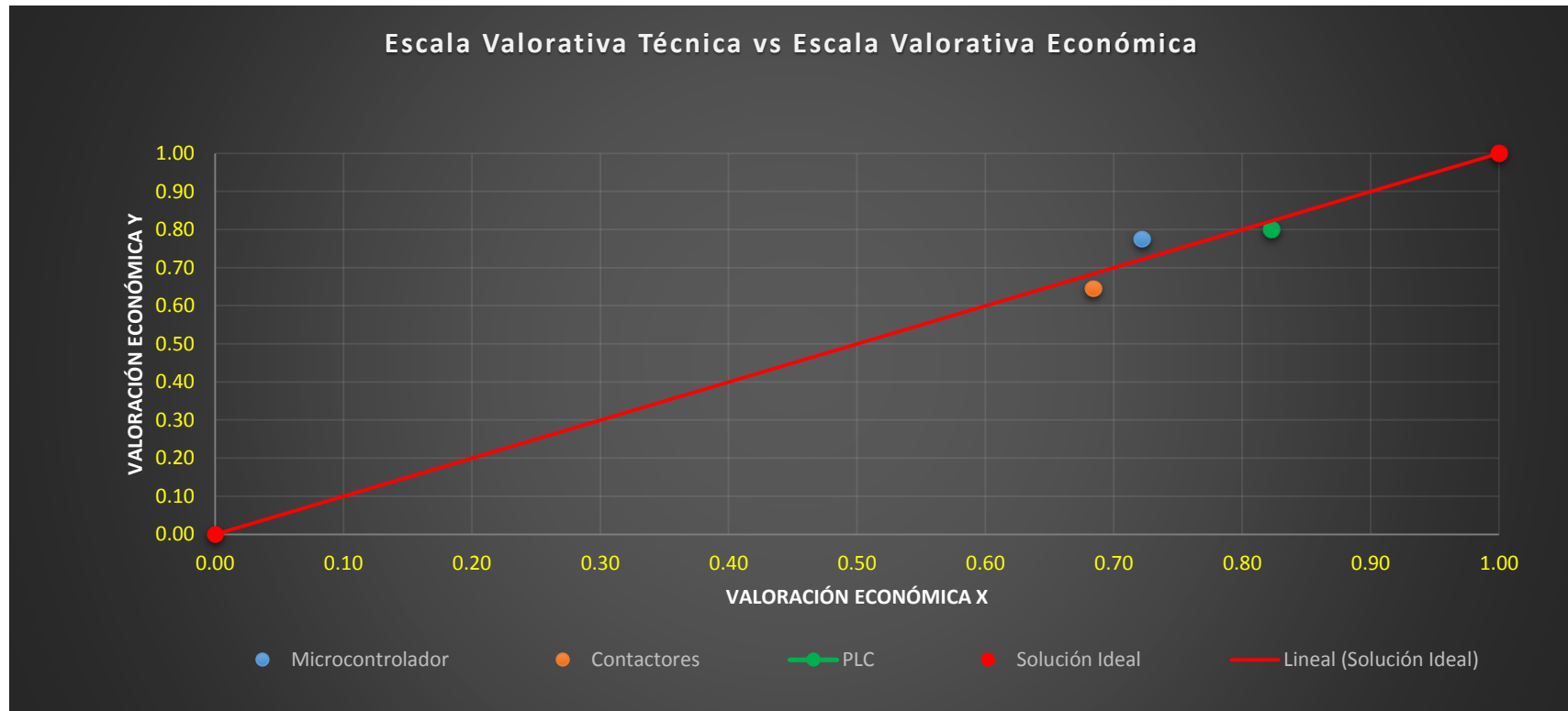
Fuente:(Elaboración Propia)

Ταβλ.α 13: *EVALUACIÓN DE PROYECTOS PRELIMINARES SEGÚN EL VALOR ECONÓMICO*

DISEÑO MECÁNICO - EVALUACIÓN DE PROYECTOS									Área de Diseño	
Valor Económico (Yi)										
<i>Proyecto: Sistema automatizado de maquina empacadora.</i>										
Criterios de evaluación para diseño en fase de conceptos o proyectos										
N°	Variantes de Proyectos	Contactores			Micro controlador		PLC		Solución Ideal	
		g	p	Gp	p	gp	p	gp	p	gp
1	Función	7	3	21	3	21	3	21	4	28
2	Forma	7	3	21	3	21	3	21	4	28
3	Diseño	8	3	24	3	24	3	24	4	32
4	Seguridad	6	3	18	3	18	3	18	4	24
5	Ergonomía	6	3	18	3	18	3	18	4	24
6	Fabricación	8	3	24	2	16	3	24	4	32
7	Sencillez de operación	7	4	28	2	14	3	21	4	28
8	Montaje	6	3	18	2	12	3	18	4	24
9	Versatilidad	6	3	18	3	18	4	24	4	24
10	Mantenimiento	8	3	24	2	16	4	32	4	32
Puntaje máximo $\sum p$ ó $\sum gp$			31	214	26	178	32	221	-	276
Valor Técnico Xi			-	0.78	-	0.64	-	0.8	-	1.0
Orden			-	2	-	3	-	1	-	-

Fuente: Elaboración propia

Figura 91: Grafica lineal de la escala valorativa del aspecto técnico y económico.



Fuente: Elaboración propia.

De la gráfica anterior se puede apreciar que la utilización de un PLC es mucho más factible en lo técnico y económico, la gráfica muestra la solución ideal con una línea de color roja; Y los tres puntos son los sistemas a utilizar, se observa que el proyecto la utilización del PLC está mucho más cerca a la línea ideal.

1.8.34. Selección del PLC.

Para la selección del PLC se toma en cuenta la cantidad y el tipo de variables a controlar tanto de entrada como de salida. En el proceso de empacado se tiene 8 entradas entre sensores y accionamientos, y 12 salidas para actuadores y electroválvulas.



Figura 92: PLC Siemens

Fuente: <https://w5.siemens.com/>

1.8.35. Secuencia de funcionamiento de la máquina.

Mediante un interruptor se selección del dosificador se enciende los controles de temperatura de los sellados (vertical y horizontal) se enciende el motor de la mordazas para que oscile posteriormente se activa el sistema de sellado y corte. Mediante un sensor determina el momento exacto para activar y desactivar cada uno de los sistemas previamente mencionados.

Posteriormente el sellado vertical se activa cuando las mordazas se encuentran iniciando su recorrido vertical. Los sellados horizontales se activan cerrando y arrastran el papel en la parte más alta de la trayectoria desactivándose en la parte baja. El corte de la funda se produce poco antes de que se desactive el sellado horizontal.

El dosificador se enciende luego de haberse activado los sistemas de sellado y corte. Sincronizando los vasos telescópicos con un sensor inductivo en la finalización de cada ciclo de trabajo

1.8.36. Asignación de variables de control.

Asignación de Variables de Control		
N	Dirección	Comentario
	Entradas	
En	X0	Sensor de posicionamiento del motor
Fot	X1	Sensor de marca de las fundas
Sw	X2	Switch de activación de las mordazas
Sw	X3	Encendido y apagado del motor
SB	X4	Sensor de peso de la balanza izquierda
SB	X5	Sensor de peso de la balanza derecho

Asignación de Variables de Control (Continuación)		
Dos	X6	Plato giratorio de dosificación
Dos	X7	Comienzo de la dosificación por peso
Sw	X10	Selección de dosificación volumétrica
Sw	X11	Selección de dosificación por peso
Pos	X12	Posición final de la dosificación
	Salidas	
Mor	Y0	Mordazas de sellado horizontal
Cor	Y1	Corte de las fundas
Sell	Y2	Sellado vertical
Co	Y3	Compuerta de la balanza izquierda
Co	Y4	Compuerta de la balanza derecha
Vibr	Y5	Vibrador de la bandeja izquierda
Vibr	Y6	Vibrador de la bandeja derecha
Fec	Y7	Colocación de la fecha en las fundas
Star	Y12	Start para el variador de frecuencia del motor
Sto	Y13	Stop para el variador de frecuencia del motor

Star	Y14	Start para el variador de frecuencia de la dosificación
Sto	Y15	Stop para el variador de frecuencia de la dosificación
Memorias		
Me	M0	Memoria para el accionamiento de las mordazas
Me	M1	Memoria para la compuerta izquierda
Me	M2	Memoria para la compuerta derecha
Pro	M3	Memoria de verificación de producto
Co	M4	Memoria de comprobación de sellado vertical
M_	M5	Memoria de encendido del motor
M_	M6	Memoria para el apagado del motor
M_	M7	Memoria de encendido de la dosificación
M_	M8	Memoria para el apagado de la dosificación
Contadores		
Pos	C1	Posición baja del carro de las mordazas
Asignación de Variables de Control (Continuación)		
Pos	C2	Posición alta del carro de las mordazas
Pos	C3	Posición para el corte las fundas
Pos	C4	Posición para el sellado vertical
Par	C5	Detención del sellado vertical
Par	C6	Detención del corte de las fundas
C_	C7	Contador de reseteo
Temporizador		
T_S	T1	Simulador de pulsación de start motor
T_S	T2	Simulador de pulsación de stop motor
T_S	T3	Simulador de pulsación de start dosificación
T_S	T4	Simulador de pulsación de stop dosificación
T_P	T5	Tiempo de dosificación de producto
Asignación de Variables de Control (Continuación)		
Pos	C2	Posición alta del carro de las mordazas
Pos	C3	Posición para el corte las fundas

Pos	C4	Posición para el sellado vertical
Par	C5	Detención del sellado vertical
Par	C6	Detención del corte de las fundas
C_	C7	Contactador de reseteo
	Temporizador	
T_S	T1	Simulador de pulsación de start motor
T_S	T2	Simulador de pulsación de stop motor
T_S	T3	Simulador de pulsación de start dosificación
T_S	T4	Simulador de pulsación de stop dosificación
T_P	T5	Tiempo de dosificación de producto

1.9. Definición de Términos Básicos

Diseño Mecánico: Es el proceso de dar forma, dimensiones, materiales, tecnología de fabricación y funcionamiento de una máquina para que cumpla unas determinadas funciones o necesidades. En tanto, la máquina es un conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo con un fin determinado.

PLC: Es una computadora diseñada para controlar procesos industriales. Cada BIT ofrece la información necesaria sobre el estado de una variable de entrada, mediante el manejo de un BIT se puede controlar la operación de un dispositivo de salida que actúa sobre el proceso que desea controlar. El diseño de los PLC es igual al de una computadora, aunque están planeados para tomar decisiones.

Está compuesto por las siguientes partes:

- Unidad central de procesamiento
- Sección de entrada/salida o I/O
- Unidad programadora

LabVIEW: LabVIEW es un entorno de desarrollo integrado y diseñado específicamente para ingenieros y científicos que desarrollan sistemas de medidas y control. Con un lenguaje de programación gráfica nativo, IP integrado para análisis de datos y procesamiento de señales y una arquitectura abierta que permite la integración de cualquier dispositivo de hardware y cualquier enfoque de software.

Sistema Neumático: La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

Actuadores neumáticos: Los actuadores neumáticos consisten tanto en cilindros lineales como en actuadores rotatorios proveedores del movimiento.

Los actuadores neumáticos son menos costosos y más seguros que otros sistemas, sin embargo, es difícil controlar la velocidad o la posición debido a la compresibilidad del aire que se utiliza.

Energía Eléctrica: La energía eléctrica es la forma de energía que resultará de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, situación que permitirá establecer una corriente eléctrica entre ambos puntos si se los coloca en contacto por intermedio de un conductor eléctrico para obtener el trabajo mencionado. En tanto, la energía eléctrica es una energía capaz de transformarse en muchísimas otras formas de energía como ser: la energía luminosa, la energía térmica y la energía mecánica.

Sistema de sellado: Existen varios sistemas que utilizan calor y presión para efectúa el sellado de películas plásticas, los más usados son los que funcionan con resistencias eléctricas como fuentes de calor, sin embargo, la ultra frecuencia y el aire caliente también son usados para este fin.

SolidWorks: Es un programa de diseño mecánico en 3D que utiliza un entorno gráfico basado en Microsoft Windows, intuitivo y fácil de manejar. Su filosofía de trabajo permite plasmar sus ideas de forma rápida sin necesidad de realizar operaciones complejas y lentas. Permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción.

Sistema de dosificación: Dosificadores y válvulas rotativas son ejemplos de sistemas de dosificación que permiten la alimentación de productos a granel a un sistema de transporte. También para la introducción de materias primas a sistemas de transporte neumático utilizamos los husillos vibrantes, así como para la alimentación a sistemas de pesado (tanto para productos a granel presentados en forma pulverulenta o granulada).

MATERIALES Y MÉTODOS

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Tipo y Diseño de investigación

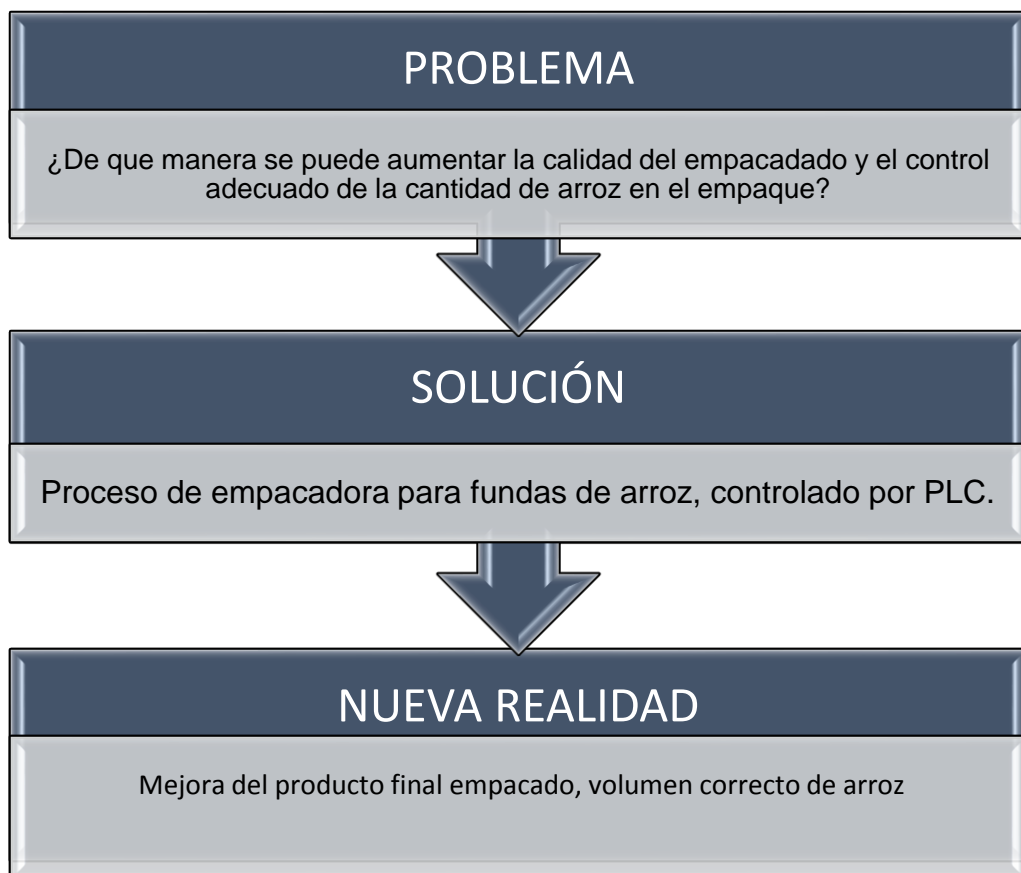
Tipo de investigación

El tipo de investigación adoptada es de tipo tecnológico, pues con el desarrollo del proyecto se pretende incentivar a las empresas del departamento de Lambayeque a dejar de usar las máquinas caseras de empacadora de alimentos.

También es cuasi experimental porque a pesar de que no se experimentará en una procesadora, este tipo de investigación permitirá el manejo de la variable independiente, podremos comparar entre la situación actual y los cambios obtenidos luego de aplicar el proyecto. Efectivamente los cambios logrados serán positivos y se cumplirá los objetivos planteados.

A. Diseño de investigación

Διαγραμμα 1: Δισελο δε ινπεστιγαχι ίν



Φυεντε: ελαβοραχιον προπια

2.2. Población y muestra

Población

Máquinas empacadoras verticales.



Φιγυρα 93:Ποβλαχιον δε λα ινπεστιγαχιον

Φυεντε: ελαβοραχιον προπια

Muestra

Máquina empacadora, dosificadora y selladora controlado por PLC para granos.

2.3. Variables

Variable independiente

Características del producto a empacar (peso, forma, tamaño y densidad)

Variable dependiente.

Diseño de máquina de empacadora de arroz.

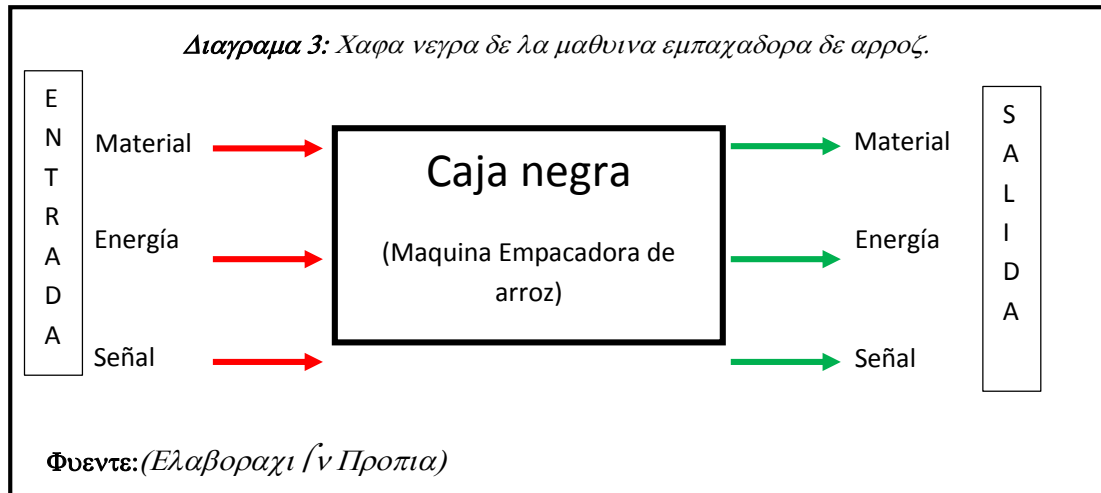
2.4. Selección y diseño del sistema mecánico.

En el mercado no hay mucha referencia sobre máquina empacadoras de arroz, entonces para analizar y evaluar la mejor alternativa de diseño, se realizó una matriz morfológica, la cual mediante una evaluación tanto técnica como económica nos permite ver la viabilidad de las alternativas. La matriz morfológica será la base importante para la selección de los elementos

mecánicos que tendrá la máquina; con criterio técnico mediante fórmulas sobre diseño de máquinas y mecanismos.

Se empezó con la caja negra y los procesos técnicos de la máquina.

2.5. Caja Negra.



ENTRADAS

Material: Arroz y fundas por separado

Energía: Energía humana para colocar el arroz y las fundas

Energía mecánica suministrada por el motor y el aire comprimido.

Señal: Inicio de funcionamiento.

SALIDAS:

Material: Arroz empacado.

Energía: Calor, vibraciones y energía cinética.

Señal: Indicador de correcto funcionamiento.

2.6. Operacionalización:

Ταβλα 14: Οπεραχιοναλιζαχι ἴν δε παριαβλεσ ινδεπενδιεντες

Variables Independiente	Dimensión	Indicador	índice	Técnica de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos	Instrumentos de medición
Características del producto	Tamaño	Longitud	m	Observación y análisis de documentos	Cuestionario / Guía de análisis de documentos	Calibrador vernier
	Forma	Elipsoidal		Observación	Guía de observación	Calibrador vernier
	Densidad	Tiempo de llenado	kg/m ³	Observación y análisis de documentos	Guía de observación / Guía de análisis de documentos	Densímetro
	Peso	masa	kg	Observación y análisis de documentos	Guía de observación / Guía de análisis de documentos	Balanza

Φυεντε: Ελαβοραχι ἴν Προπια.

Ταβλα 15: Οπεραχιοναλιζαχι ίν δε παριαβλεσδεπενδιεντεσ

Variable Dependiente	Dimensión	Indicadores	Índice	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos	Instrumento de Medición
DISEÑO DE MÁQUINA EMPACADORA DE ARROZ	Sistema Mecánico	Fuerza	N	Observación	Guía de observación	
		Velocidad	Rpm	Observación / análisis de documentos	Guía de observación / Guía de análisis de documentos	Tacómetro
		Torque	N.m			Torquímetro
	Sistema Eléctrico	Potencia	HP	Observación y análisis de documentos	Guía de observación / Guía de análisis de documentos	Vatímetro
		Amperaje	A	Análisis de documentos	Guía de análisis de documentos	Amperímetro
		Frecuencia	Hz			Frecuencímetro
	Sistema Neumático	Presión	Pa	Observación	Guía de observación	Manómetro
		Caudal	m ³ /s			Caudalímetro
	Sistema de control	Tiempo	s	Observación y análisis de documentos	Guía de observación / Guía de análisis de documentos	Cronometro

Φυεντε: Ελαβοραχι ίν Προπια.

2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información

2.7.1. Procedimientos para la recolección de información.

Analítico: Nos permite la realizar el diseño de nuestro proyecto en el cual se ve los elementos que componen el sistema mecánico y electrónico, estudiándolos uno por uno con el fin de diseñar correctamente con los objetivos planteados y de que material estará fabricado cada componente y cuáles son los más indicados para obtener un bien proyecto en cuanto a la calidad y la eficiencia.

Sintético: Nos Permitirá la recopilación de información de los componentes del sistema mecánico y electrónico, con el fin de comprender el funcionamiento del sistema. Con este método partiremos de los diversos elementos de la realidad del nivel local.

Deductivo: Este método permitirá recolectar la situación en la se encuentra el departamento de Lambayeque y conociendo el problema sobre el empacado de arroz, con lo cual se buscará sistemas adecuados que permitan optimizar la producción.

2.7.2. Técnicas de Investigación

En este proyecto se utilizará las siguientes técnicas de investigación.

Observación: Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, para tomar información y registrarla para su posterior análisis.

La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos.

Gran parte del acervo de conocimientos que constituye la ciencia ha sido lograda mediante la observación.

Pasos que se tienen que seguir para llevar a cabo la observación directa.

Determinar el objeto, situación, caso, etc. (que se va a observar)

Determinar los objetivos de la observación (para qué se va a observar)

Determinar la forma con que se van a registrar los datos.

Observar cuidadosa y críticamente.

Registrar los datos observados.

Analizar e interpretar los datos.

Elaborar conclusiones.

En la investigación se realizaron observaciones para conocer el resultado de la cantidad de máquinas empacadoras de arroz que se usan en el departamento de Lambayeque.

Análisis de documentos: Con esta técnica se busca información con respecto al empaqueo de arroz, para tener su composición.

Seleccionamos información correspondiente a las máquinas utilizadas para este proceso de empaquetado.

Es por esto que recurrimos a diferentes empresas, para que nos proporcione información actual sobre el empaqueo de arroz.

2.7.3. Descripción de los instrumentos utilizados

Guías de observación: La iniciativa de este proyecto de investigación surgió de la idea de mantener por más tiempo el empaqueo de los alimentos.

El departamento de Lambayeque no cuenta con una buena gestión y administración del empaqueo de arroz, en la cual se encuentra en los diversos puntos de la ciudad.

Cuestionario: Se realizará diversas entrevistas a personal operador en el rubro de empaqueo de arroz como también a los usuarios con el fin de medir el grado de satisfacción en la calidad de arroz o frutas secas, recolectare datos que me sean propicios para realizar el diseño que permitirá cubrir dichas necesidades mejorando la calidad de empaqueo, mayor duración del producto y mejora de costos.

2.8. Diagrama de Flujo De Procesos

Διαγραμμα 2: Φλυφο δε προχεσσ.



Φυεντε: Ελαβοραχι ἴν Προπια.

2.9. Descripción de Procesos.

Identificar características a empacar.

Se recolecta datos concernientes a la forma peso y densidad del arroz mediante forma experimental que serán base primordial para el diseño de la maquina

Tipo de proceso a utilizar.

Mediante una matriz morfológica y un análisis técnico y económico de cada propuesta de solución se tendrá la alternativa de cada cómo se efectuará el proceso de dosificado empacado y sellado de la funda

Calculo del volumen a empacar.

Conocido las características del producto y el proceso se procede a analizar el volumen de producto a empacar, este volumen permitirá el dimensionamiento correcto del dosificador.

Selección de componentes mecánicos.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la fuerza, velocidad, torque se calcularán de manera teórica los componentes del sistema mecánico y se procederá a realizarla selección de los elementos mecánicos de acuerdo con exigencias.

Selección de componentes neumáticos.

En algunos casos el accionamiento se dará por medio de cilindros neumáticos el cual estará conectado por medio de electroválvulas las cuales serán seleccionadas de acuerdo con lo requerido por el sistema.

Selección de equipos de automatización.

El encargado del control de la maquina será el PLC y se realizar la selección de acuerdo con las entradas y salidas que necesite la maquina empacadora

Modelamiento con software CAD/CAE.

Los componentes serán modelados mediante software de ingeniería para una mejor visualización de los componentes mecánicos y para la optimización del diseño de componentes mediante el análisis de elementos finitos y el post proceso.

2.10. Validación y confiabilidad de instrumentos

2.10.1. Aspectos Éticos

Los criterios éticos que hemos tomado en cuenta son la dedicación y la responsabilidad, teniendo en cuenta y respetando el código ético de nuestra profesión como ingenieros como lo indica en el CIP, la cual a continuación se cita:

A. Código de ética del CIP (Colegio de Ingenieros del Perú) Aprobado en la III Sesión Ordinaria del Congreso Nacional de Consejos Departamentales del Periodo 1998 – 1999 en la ciudad de Tacna 22, 23 y 24 de abril de 1999.

Título I, de la Relación con la Sociedad

Art.4.- Los ingenieros reconocerán que la seguridad de la vida, la salud, los bienes y el bienestar de la población y del público en general, así como el desarrollo tecnológico del país dependen de los juicios, decisiones incorporadas por ellos o por su consejo, en dispositivos, edificaciones, estructuras, máquinas, productos y procesos. Por ninguna razón pondrán sus conocimientos al servicio de todo aquello que afecta la paz y la salud.

2.10.2. Principios de rigor científico

Validez

Es una cualidad esencial para nuestro diseño que deben tener las pruebas o los instrumentos de carácter científico para la recogida de datos, debido a que garantizan que los resultados que se presentan son merecedores de crédito y confianza.

Fiabilidad

Para el diseño de la máquina empacadora y dosificadora para funda de arroz controlado por un PLC, se triangularán datos, investigaciones, teorías, métodos y fuentes para que no exista error alguno.

Consistencia

El resultado obtenido en este diseño se repetirá en proyectos del mismo contexto.

RESULTADOS

3. RESULTADOS

3.1. Procesos Técnicos.

A continuación, se describen los procesos que están involucrados en el proceso del empaqueo de arroz:

Alimentar.

accionar.

formador.

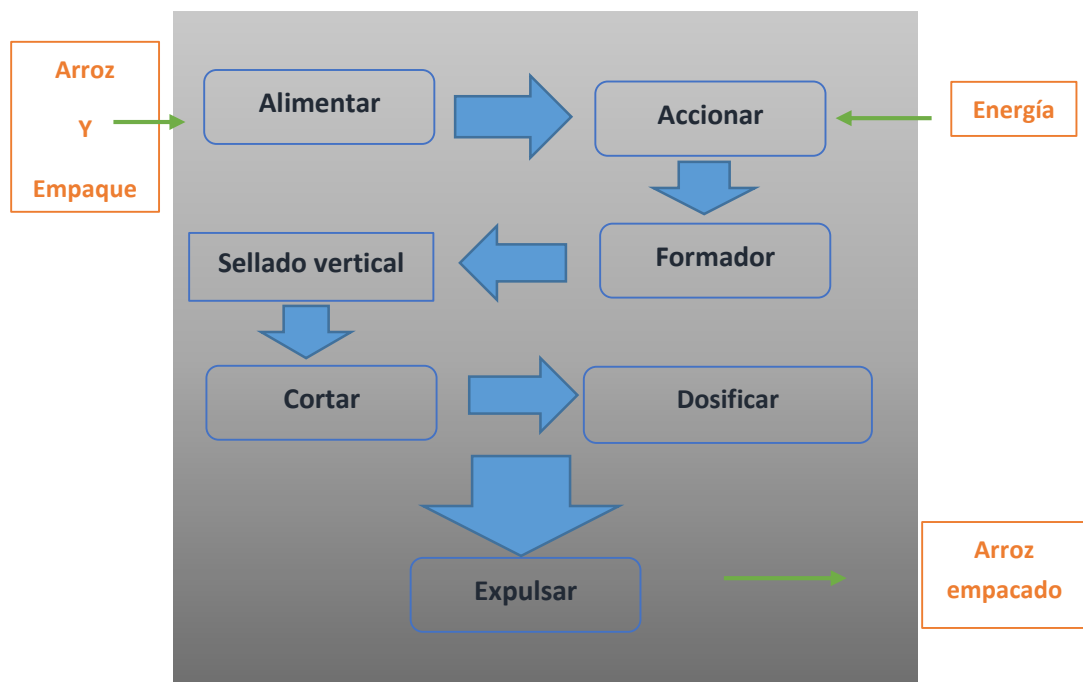
Sellado vertical.

dosificar

cortar.

Expulsar.

Se muestra en la figura la estructura de funciones del proceso del empaqueo de arroz el cual de manera simplificada se aprecia la trayectoria que tiene el arroz para lograr ser empacado.

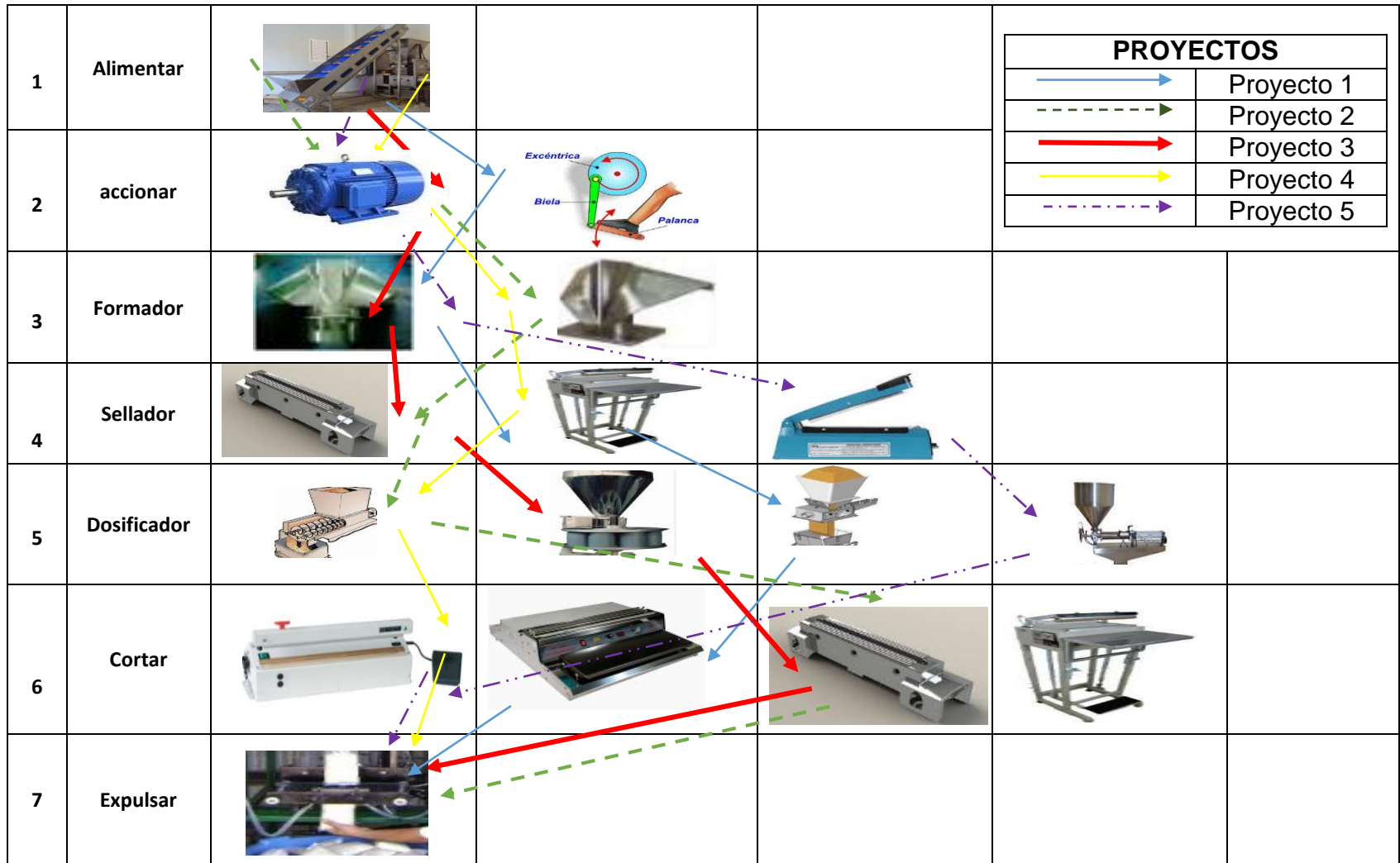


Διαγραμμα 4: Εστρυχτυρα δε φυνχιονε

Φυεντε:(Ελαβοραχι ίν Προπια)

3.2. Matriz morfológica.

1	Alimentar					
2	accionar					
3	Formador					
4	Sellador					
5	Dosificador					
6	Cortar					
7	Expulsar					



Se presenta la evaluación del sistema utilizando la tabla de evaluación parte técnica y parte económica. Se tienen las siguientes consideraciones:

p: puntaje de 0 a 4 (Escala de valores según **VDI 2225**)

g: el peso ponderado.

Ταβλα 16: Επαλυαχιον τϋχνιχα.

PROYECTO: MÁQUINA EMPACADORA DE ARROZ.															
EVALUACION DE PROYECTOS				VALOR TECNICO											
Variantes de Proyectos				P1		P2		P3		P4		P5		Solución ideal	
N°	Criterios de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	
1	Buen uso de la fuerza o energía	4	4	16	3	12	4	16	4	16	3	12	4	16	
2	Confiabilidad	4	4	16	4	16	4	16	3	12	2	8	4	16	
3	Rapidez	4	3	12	3	12	4	16	3	12	3	12	4	16	
4	Seguridad	3	3	9	2	6	4	12	4	12	4	12	4	12	
5	Ergonomía	4	3	12	4	16	3	12	4	16	2	8	4	16	
6	Número de operario	4	3	12	2	8	3	12	2	8	3	12	4	16	
7	Rendimiento de producción	4	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	4	16	
8	Vida útil	4	3	12	2	8	4	16	3	12	3	12	4	16	
9	Transporte	3	3	9	3	9	3	9	3	9	4	12	4	12	
10	Mantenimiento	4	3	12	3	12	4	16	3	12	4	16	4	16	
Puntaje Máximo				122		111		137		121		116		152	
Valor Técnico				0.80		0.73		0.90		0.80		0.76		1.00	

Φυεντε: (Ελαβοραχι ίν Προπια)

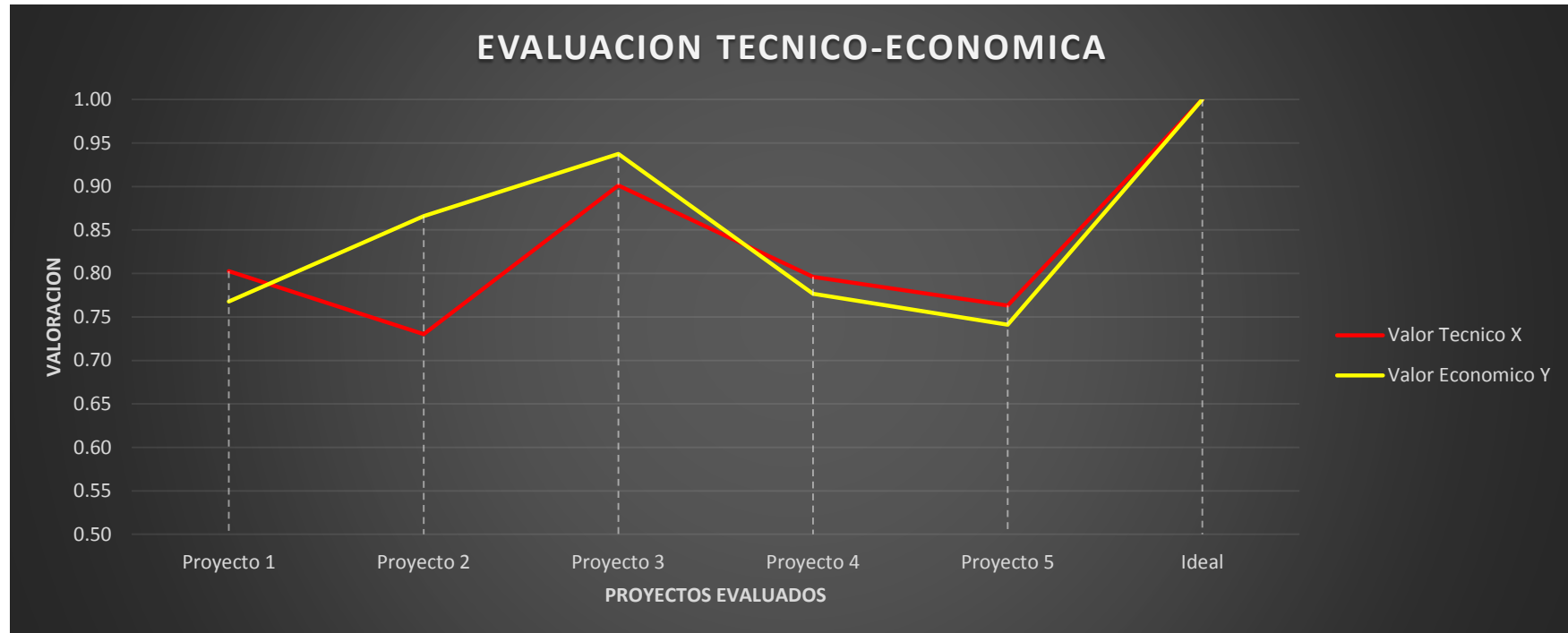
Ταβλα 17: Επαλυαχιον εχονομιχα

PROYECTO: MAQUINA EMPACADORA DE ARROZ.														
EVALUACION DE PROYECTOS		VALOR ECONOMICO												
Variantes de Proyectos		P1		P2		P3		P4		P5		Solución ideal		
Nº	Criterios de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp
1	Costo de piezas	4	3	12	4	16	4	16	3	12	3	12	4	16
2	Costo de mantenimiento	3	4	12	4	12	4	12	3	9	2	6	4	12
3	Costo de montaje	4	3	12	4	16	4	16	3	12	2	8	4	16
4	Adquisición de materiales	3	4	12	3	9	3	9	4	12	3	9	4	12
5	Ergonomía	4	2	8	4	16	3	12	3	12	3	12	4	16
6	Transporte	4	3	12	4	16	4	16	3	12	3	12	4	16
7	Mantenimiento	6	3	18	2	12	4	24	3	18	4	24	4	24
Puntaje Máximo		86		97		105		87		83		112		
Valor Económico		0.77		0.87		0.94		0.78		0.74		1.00		

Φυεντε:(Ελαβοραχι (ν Προπια)

En la siguiente gráfica se puede apreciar que el proyecto preliminar 3 es mucho mas factible en lo técnico y económico, la gráfica muestra la solución ideal con una línea como el punto mas alto; Y los cinco puntos son los proyectos, se observa que el proyecto 3 esta mucho mas cerca a la línea ideal, de este modo se procederá a realizar el cálculo de todos los componentes y elementos de maquinas que estarán presentes en este proyecto.

Φιγυρα 94: Γραφικά δε επαλυαχι ίν τεχνικά ψ εχον ίμιχα



Φυεντε: (Ελαβοραχι ίν Προπια)

Como se aparecía en la gráfica después de haber analizado las alternativas se llegó a la conclusión que el proyecto más factible es el proyecto número 3 el cual consta de un **contenedor de alimentación<>dosificador volumétrico<>vasos telescópicos<>formador circular<>sellado vertical <> sellado horizontal y corte.**

3.3. Tiempo total de programación.

Ταβλα 18: Τιμπος δε προγραμμαχιον.

TIEMPOS TOTALES DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL (MIN)			
Sistema	Programa. PLC	Tablero de control	total
Formación de la Funda	0	0	0
Sellado y Corte	850	480	1330
Guiado y Arrastre	250	360	610
Dosificación	340	120	460
Bastidor	0	0	0
TOTAL (h)	24	16	40

3.4. Costo de inversión.

El costo total de la inversion es de S/ 16785.5 soles (ver cuadros de costos totales capitulo 5)

Para tener el beneficio neto se tomo en cuenta ventas mensuales y costos de produccion en base al precio de empackado por funda S/ 0.05 centimos

Ademas el rendimiento de la maquina es de 60 fundas por minuto y trabajando en un periodo de tiempo de 4 horas se tiene:

$$Venta\ mensual = 0.05 \frac{S/}{funda} \times 66 \frac{fundas}{min} \times 60 \frac{min}{h} \times 4 \frac{h}{dia} \times 24 \frac{dias}{mes}$$

$$Venta\ mensual = S/ 19008.00$$

Y el costo de produccion se detalla a continuacion:

Insumo	Valor mensual
Bobina de PET	S/ 10,802.88

Manmtenimiento	S/ 800,00
Operador	S/ 1800,00
Energia electrica	S/ 422,00
Total	S/ 13824.88

Entonces el benefico neto que se tiene es:

$$Bn = \text{ventas mensual} - \text{costo mensual}$$

$$Bn = S/19008.00 - S/ 13824.88$$

$$Bn = S/5183.12$$

Con el costo de la inversion y el beneficio neto se procede a calcular el valor actual neto la tasa de retorno y el periodo de retorno de la inversion

Cálculo del valor actual neto (VAN) y de la tasa interna de retorno (TIR).

	0	-S/.16,785.50
PERIODO (Meses)	1	S/.5,183.12
	2	S/.5,183.12
	3	S/.5,183.12
	4	S/.5,183.12
	5	S/.5,183.12
	6	S/.5,183.12
	7	S/.5,183.12
	8	S/.5,183.12
	9	S/.5,183.12
	10	S/.5,183.12
	11	S/.5,183.12
	12	S/.5,183.12

TASA DE DESCUENTO MENSUAL	3.80%
VAN	S/ 32,427.87
TIR	29%

Cálculo del periodo de retorno de inversión (ROI).

$$ROI = \frac{\text{Unidad neta o ganancia obtenida}}{\text{Inversion}} * 100$$

Remplazando:

$$ROI = \frac{S/. \quad 5,183.12}{S/. \quad 16,785.50} * 100$$

$$ROI = 30.87 \%$$

De acuerdo al resultado de ROI la rentabilidad del proyecto es de un 30.87% mensual y el tiempo

3.5. Costos.

En el siguiente análisis económico se pretende dar una descripción general de todos los gastos realizados para obtener el valor de la inversión realizada en el diseño y futura construcción de la máquina.

3.5.1. Costos Directos

Costos de materiales y componentes mecánicos

Costos de materiales y accesorios para el sistema de control eléctrico.

Costos por mano de obra

Costos por maquinaria y equipos utilizados

A continuación, se muestran los cuadros con los costos detallados para la fabricación de la maquina antes mencionados

Cuadro de costos A1						
N°	MATERIAL	CANT.	DIMENSIONES	CANTIDAD UNIT.	COSTO UNIT.	IMPORTE
COSTOS DE MATERIALES Y COMPONENTES MECÁNICOS						
SELLADO HORIZONTAL						
01	Acero A304		Φ16x100mm		6,1	1,952
02	Bronce fosfórico SAE40		Φ2"x 50mm		15,5	27,9
03	Aluminio 1060		20x410x65mm		7,6	10,944
04	Acero AISI 1018		165x30x45mm		2,2	7,744
05	Acero AISI 1018		150x75x75mm		2,2	29,348
06	Acero A304		Φ10x340mm		6,1	2,562
07	Acero A304		Φ1"x400mm		6,1	19,764
08	Acero A304		45x45x230mm		6,1	22,692
09	Acero A304		45x45x230mm		6,1	22,692
10	Acero AISI 1018		410x65x15mm		2,2	7,7
11	Acero AISI 1018		Φ1"x40mm		2,4	0,384
12	Acero A304		Φ10x130mm		6,1	1,22
13	Bronce fosfórico		Φ1"x40mm		15,5	11,16
RESPONSABLE: Herrera Bellodas Diego Lumbres Álvarez Rafael					Sub total:	173,80
PZA	CANT				TIEMPO:	-- Sem
USS	MÁQUINA VERTICAL EMPACADORA, DOSIFICADORA Y SELLADORA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO - NEUMÁTICO CONTROLADO POR UN PLC PARA FUNDAS DE ARROZ					

Cuadro de costos A2						
N°	MATERIAL	OBS	DIMENSIONES	CANTIDAD	COSTO UNIT.	IMPORTE
COSTOS DE MATERIALES Y COMPONENTES MECÁNICOS						
SELLADO VERTICAL						
01	Aluminio 1060		20x360x55mm	4	7,6	30,4
02	Acero A304		Φ1"x415mm	1,68	6,1	20,496
03	Acero A304		10x240x55	1	6,2	6,2
04	Aluminio 1060		20x455x65mm	1,6	7,6	12,16
05	Acero AISI 1018		15x15x25mm	0,1	2,2	0,44
RESPONSABLE: Herrera Bellodas Diego Lumbres Álvarez Rafael					Sub total:	69,69
PZA	CANT				-	
USS		MÁQUINA VERTICAL EMPACADORA, DOSIFICADORA Y SELLADORA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO - NEUMÁTICO CONTROLADO POR UN PLC PARA FUNDAS DE ARROZ			TIEMPO:	-- Sem

Cuadro de costos A3						
N°	MATERIAL	CANTIDAD	DIMENSIONES	CANTIDAD UNIT.	COSTO UNIT.	IMPORTE
COSTOS DE MATERIALES Y COMPONENTES MECÁNICOS						
ARRASTRE						
01	Aluminio Fundido	2	Φ3"x70mm	0,85	6,8	11,56
02	Acero AISI 1018	2	Φ3"x140mm	4,9	2,5	24,5
03	Acero A304	2	Φ1"x140mm	0,6	6,1	7,32
04	Acero A304	2	Φ1"x260mm	1,1	6,1	13,42
05	Acero AISI 1018	1	20x90x70mm	1	2,2	2,2
06	Acero AISI 1050	4	Φ65x35mm	1,1	2,5	11
07	Acero A304	1	Φ1"x550mm	2,23	6,1	13,603
08	Aluminio 1060	2	20x320x120mm	2	7,6	30,4
09	Aluminio fundido	2	Φ3"x70mm	0,85	6,8	11,56
RESPONSABLE: Herrera Bellodas Diego Lumbres Alvarez Rafael				-	Sub total:	125,56
PZA	CANT	MÁQUINA VERTICAL EMPACADORA, DOSIFICADORA Y SELLADORA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO - NEUMÁTICO CONTROLADO POR UN PLC PARA FUNDAS DE ARROZ			TIEMPO: -- Sem	
USS						

Cuadro de costos A4							
N°	MATERIAL	CANTIDAD	DIMENSIONES	CANTIDAD UNIT.	COSTO UNIT.	IMPORTE	
COSTOS DE MATERIALES Y COMPONENTES MECÁNICOS							
SISTEMA DOSIFICADOR							
01	Tubo Cuadrado A304	2	2"	1,07	20,6	44,084	
02	Chapa A304	1	2mm	15,5	5,94	92,07	
03	Chapa A304	1	2mm	1,2	5,94	7,128	
04	Bronce fosfórico	1	Φ1 1/2"x130mm	1,3	15,5	20,15	
05	Acero A304	1	Φ2"x65mm	1	6,1	6,1	
06	Acero A304	1	Φ1"x650mm	2,63	6,1	16,043	
07	Plancha A304	1	10mm	22,6	6,1	137,86	
08	Chapa A304	1	2mm	3	5,94	17,82	
09	Chapa A304	4	3mm	0,35	5,94	8,316	
10	Chapa A304	4	3mm	0,37	5,94	87,912	
11	Plancha AISI 1018	1	10mm	22,3	1,5	33,45	
12	Plancha A304	1	10mm	22,6	6,1	137,86	
13	Acero AISI 1018	1	Φ3 1/2"x205mm	9,6	2,2	21,12	
14	Acero AISI 1018	1	Φ2"x300mm	4,65	2,2	10,23	
15	Acero A304	1	Φ3 1/2"x35mm	1,7	6,1	10,37	
16	Acero AISI 1018	1	65x680x20	2,4	2,2	5,28	
17	Acero A304	1	Φ4"x40mm	2,5	6,1	15,25	
18	Bronce fosfórico	1	Φ2"x60mm	1	15,5	15,5	
19	Acero A304	1	Φ6 1/2"x35mm	6	6,1	36,6	
20	Acero A304	1	Φ1"x200mm	0,8	6,1	4,88	
21	Acero A304	1	Φ1 1/2"x40mm	0,36	6,1	2,196	
22	Bronce fosfórico	1	Φ1"x100mm	0,45	15,5	6,975	
RESPONSABLE: Herrera Bellodas Diedo, Lumbres Alvarez Rafael					Sub total:	754,82	
PZA	CANT	MÁQUINA VERTICAL EMPACADORA, DOSIFICADORA Y SELLADORA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO - NEUMÁTICO CONTROLADO POR UN PLC PARA FUNDAS DE ARROZ				TIEMPO:	-- Sem
USS							

Cuadro de costos A5						
N°	MATERIAL	CANTIDAD	DIMENSIONES	CANTIDAD UNIT.	COSTO UNIT.	IMPORTE
COSTOS DE MATERIALES Y COMPONENTES MECÁNICOS						
PORTA BOBINA						
01	Aluminio fundido	1	x120x120	1,9	6,8	12,92
02	Tubo ASTM A53	1	Φ2" Sch 40	0,5	8,35	4,175
03	Acero AISI 1018	1	Φ55x60mm	1,34	2,2	2,948
04	Aluminio Fundido	1	Φ4"x50mm	1,1	6,8	7,48
05	Aluminio Fundido	1	Φ4"x100mm	1,1	6,8	7,48
06	Acero A304	1	Φ1"x940mm	3,8	6,1	23,18
RESPONSABLE: <i>Herrera Bellodas Diedo</i> <i>Lumbres Alvarez Rafael</i>					Sub total: 58.80	
PZA	CANT	MÁQUINA VERTICAL EMPACADORA, DOSIFICADORA Y SELLADORA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO - NEUMÁTICO CONTROLADO POR UN PLC PARA FUNDAS DE ARROZ			TIEMPO: -- Sem	
USS						

Cuadro de costos A6

N°	MATERIAL	CANTIDAD	DIMENSIONES	CANTIDAD UNIT.	COSTO UNIT.	IMPORTE
COSTOS DE MATERIALES Y COMPONENTES MECÁNICOS						
FORMADOR						
01	Chapa A304	1	e=2mm;336x600	1,15	5,94	6,831
02	Chapa A304	1	e=2mm;718x313	1,2	5,94	7,128
03	Acero A304	2	Φ1"x280mm	1,15	6,1	14,03
04	Acero AISI 1018	1	12x630x260mm	15	2,2	33
05	Chapa A304	1	e=2mm;430x400	1	5,94	5,94
RESPONSABLE: Herrera Bellodas Diego Lumbres Alvarez Rafael				-	Sub total: 66.929	
PZA	CANT					TIEMPO: -- Sem
USS		MÁQUINA VERTICAL EMPACADORA, DOSIFICADORA Y SELLADORA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO - NEUMÁTICO CONTROLADO POR UN PLC PARA FUNDAS DE ARROZ				

Cuadro de costos A7						
N°	MATERIAL	CANTIDAD	DIMENSIONES	CANTIDAD UNIT.	COSTO UNIT.	IMPORTE
COSTOS DE MATERIALES Y COMPONENTES MECÁNICOS						
BASTIDOR						
01	Tubo estructural cuadrado	1	2"	7,6	4,9	37,24
02	Plancha HN	2	e=10mm,750x860	17,4	1,5	52,2
03	Plancha HN	1	e=12mm,810x850	22,1	1,7	37,57
04	Plancha HN	2	e=6mm,210x240	0,82	1,5	2,46
05	Aluminio 1060	1	20x745x740mm	29	7,8	226,2
06	Acero A304	4	Φ3/4"x50mm	0,15	6,1	3,66
RESPONSABLE: <i>Herrera Bellodas Diedo</i> <i>Lumbres Alvarez Rafael</i>					Sub total: 359,33	
PZA	CANT	MÁQUINA VERTICAL EMPACADORA, DOSIFICADORA Y SELLADORA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO - NEUMÁTICO CONTROLADO POR UN PLC PARA FUNDAS DE ARROZ				TIEMPO: -- Sem
USS						

Cuadro de costos A8						
N°	MATERIAL	CANTIDA D	DIMENSIONES	CANTIDAD UNIT.	COSTO UNIT.	IMPORTE
COSTOS DE MATERIALES Y COMPONENTES MECÁNICOS						
OTROS						
01	Tubo de aluminio liso	4	1 1/4"x605mm	2,5	3,8	38
02	Acero A304	4	Φ3/8"x785mm	0,45	2,2	3,96
03	Acero A304	1	Φ3/4"x80mm	0,2	6,1	1,22
04	Arandela plana A304	2	3/8"	----	0,1	0,2
05	Motor - Reductor NMRV-P063	1	0.50Hp	----	340	340
RESPONSABLE: Herrera Bellodas Diedo					Sub total: 383,33	
Lumbres Alvarez Rafael						
PZA	CANT	MÁQUINA VERTICAL EMPACADORA, DOSIFICADORA Y SELLADORA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO - NEUMÁTICO CONTROLADO POR UN PLC PARA FUNDAS DE ARROZ				TIEMPO: -- Sem
USS						

Cuadro de costos B					
N°	MATERIAL	CANTIDAD	DIMENSIONES	CANTIDAD UNIT.	IMPORTE
COSTOS DE MATERIALES Y COMPONENTES PARA AUTOMATIZACIÓN					
1	Cilindro Neumático	1	DSNU 16-10	34,16	34,16
2	Cilindro Neumático	1	DNC 32-80	102,8	102,8
3	Cilindro Neumático	2	DSNU 25-10	50	100
4	Electroválvula	3	5/2 con bobinas MFH 1/8 110v	117,15	351,45
5	Unidad de Mant.	1	1/4"	89,2	89,2
6	Silenciadores	6	Para electro válvulas;1/8	3,16	18,96
7	Regulador de caudal	6	GRLE 1/8-6	10	60
8	Válvula de corredera	1	1/2"	42	42
9	Manguera	20m	PUN-6x1	1,22	24,4
RESPONSABLE: Herrera Bellodas Diedo Lumbres Alvarez Rafael					TOTAL: 822,97
PZA	CANT				
USS	MÁQUINA VERTICAL EMPACADORA, DOSIFICADORA Y SELLADORA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO - NEUMÁTICO CONTROLADO POR UN PLC PARA FUNDAS DE ARROZ				TIEMPO: -- Sem

Cuadro de costos C				
N°	DETALLE	TIEMPO EMPLEADO	COSTO UNITARIO	IMPORTE
COSTOS DE MANO DE OBRA				
1	Ingeniería y Diseño	150	6.5	975
2	Dibujo de planos	100	4	400
3	Supervisión	20	3.2	64
RESPONSABLE: Herrera Bellodas Diedo Lumbres Alvarez Rafael				TOTAL: 1439
PZA	CANT			
USS		MÁQUINA VERTICAL EMPACADORA, DOSIFICADORA Y SELLADORA DE - ACCIONAMIENTO MECÁNICO - NEUMÁTICO CONTROLADO POR UN PLC PARA FUNDAS DE ARROZ		TIEMPO: -- Sem

Cuadro de costos D				
N°	MAQUINA	TIEMPO EMPLEADO	COSTO NORMAL	IMPORTE
COSTOS DE MAQUINARIA				
1	Torno	53,75	4,2	218,3
2	Fresadora	67,5	4,6	308,2
3	Soldadora Eléctrica	3,25	2,92	9,5
4	Soldadora TIG	8	2,92	23,4
5	Herramienta menor (sierra, taladro, amoladora)	12	2	24
6	Ensamblaje	10,2	2,9	29,6
7	Varios (Pulido, limpieza, pintura, corte)	27,9	2	55,8
RESPONSABLE: Herrera Bellodas Diedo Lumbres Alvarez Rafael				TOTAL: 668.8
PZA	CANT	MÁQUINA VERTICAL EMPACADORA, DOSIFICADORA Y SELLADORA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO - NEUMÁTICO CONTROLADO POR UN PLC PARA FUNDAS DE ARROZ		TIEMPO: -- Sem
USS				

3.5.2. Costos Indirectos.

Costos de mano de obra indirecta y de gastos de fabricación que no pueden cargarse directamente a unidades específicas. Tales como mano de obra indirecta (fuera del maquinado) tal como:

Costos de ingeniería

Son todos aquellos que intervienen en el diseño pues para cada uno de los elementos maquinados y seleccionados se tuvo que hacer cálculo que nos permitiera saber que cada elemento funcionara correctamente, aun bajo condiciones críticas.

3.5.3. Costo total.

	RUBRO	Costo \$ (3.41)
CUADRO A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8	Costos de materiales y componentes mecánicos	1991,602
CUADRO B	Costos de materiales y componentes para automatización	822,97
CUADRO C	Costos de mano de obra	1439
CUADRO D	Costos de maquinaria	668.8
	COSTO TOTAL EN DOLARES	4922,372
	COSTO TOTAL EN SOLES	S/ 16,785.30
	TIPO DE CAMBIO (3.41)	

3.6. Planos.

Los planos se muestran en el anexo:

- Base De La Estructura
- Placa Base
- Soporte Tolva
- Soporte Dosificador
- Plato Móvil
- Acople

- ✓ Tolva De Alimentación
- ✓ Formador

3.7. Manual de mantenimiento y operación de la maquina empacadora de arroz.

Dimensiones generales.

3.7.1. Descripción de la máquina.

La empacadora de arroz está diseñada para empacar arroz esta también se puede utilizar para otros tipos de granos de diferentes tañamos, cualquier otra aplicación que no sea especificada anteriormente, el fabricante no se responsabiliza de los daños causados de la maquina o las personas que la utilicen. La empacadora se adapta a las normas y directivas europeas de fabricación de maquinaria.

3.7.2. Transporte de la máquina.

La elevación se realiza con una grúa en el punto de anclaje marcado para tal efecto nunca se elevará la maquina por ningún otro sitio que no sea el indicado y siempre se utilizaran los dos puntos de la parte delantera y posterior de la maquina debido a que el peso se encuentra mayoritariamente en la parte frontal de esta manera conseguiremos que la maquina se mantenga en una línea horizontal cuando se eleve.

3.7.3. Condiciones de almacenamiento.

La empacadora no se podrá almacenar nunca en un lugar donde no cumpla los siguientes requisitos:

Humedad entre 30% y 95%sin condensación.

Temperatura de -25°C a 55°C o 75°C para periodos que no excedan de 24h (recuerden que estas temperaturas son en condiciones de almacenamiento).

Debe estar libre de partículas de polvo.

No desmontar para almacenaje.

3.7.4. Mantenimiento rutinario.

La importancia del Mantenimiento Preventivo para prolongar la vida útil de la máquina y su funcionamiento adecuado, se han determinado procedimientos para las rutinas de mantenimiento, constituidas por la frecuencia, materiales y herramientas a utilizar, implementos de seguridad que el personal encargado de dicha actividad debe utilizar, y las condiciones en las que se puede efectuar tal rutina, identificadas como Notas.

Las rutinas se clasifican principalmente por la frecuencia en las que se deben realizar:

Rutinas diarias, deben ejecutarse antes de iniciar la fase de trabajo. La máquina debe encenderse ejecutando esta actividad.

Las rutinas mensuales, trimestrales, semestrales y bianuales deben planificarse, con el fin de tomar provisiones en el sistema productivo.

Posteriormente, se clasifican según sea su categoría:

Sistema neumático.

Sistema Eléctrico.

Limpieza interna o externa.

Abarcando en este punto la limpieza del área de trabajo, examinar el estado de los componentes en función de desgastes, corrosión, fatiga, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o tomar alguna acción pertinente.

Ajuste y calibración.

Comprende partes mecánicas, eléctricas y/o electrónicas. Debe tomarse en cuenta lo observado en la apariencia general.

Pruebas funcionales completas.

Actividad que debe realizarse para verificar el buen funcionamiento.

En la siguiente lista se muestra el mantenimiento regular necesario para esta dobladora, las cuales deben cumplirse para así mantener la máquina en buenas condiciones.

Rutina diaria	Sistema neumático:	Para el buen funcionamiento de la máquina se debe al sistema neumático. La falta aire en el sistema ocasiona un trabajo forzado de los componentes mecánicos, fricción, desgastes y en las electroválvulas. Para evitar este fenómeno se debe verificar que la maquina siempre tenga el aire necesario.
	Personal Autorizado.	Operario.
	Equipos de protección	- Uniforme y Zapatos de seguridad. - Lentes transparentes. - Protector auditivo. - Mascarilla 8210. - Guantes de nitrilo Ansell 35-175.
	Materiales	- Escoba. - Paño de limpieza, limpio y seco. - Jabón líquido
Procedimiento:		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Encender la máquina. ➤ Verificar los los conectores de las mangueras en el sistema neumático. ➤ Verificar las electroválvulas que se encuentren conectado con sus respectivas mangueras del sistema neumático. ➤ Verificar el sistema de mordazas vertical y horizontal que se encuentren conectado al sistema neumático. ➤ Observar la presión del manómetro. 		

Rutina anual	Sistema Eléctrico	
	Personal Autorizado.	- Electricista.
	Equipos de protección	- Uniforme y botas de seguridad con casquillo. - Lentes transparentes. - Protector auditivo. - Guantes.
	Materiales	- multítester. - Pinza Amperimétrica.
Procedimiento:		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verificar cuando la maquina está apagada. ➤ Verificar conexiones del motor. ➤ Verificar la potencia requerida para el funcionamiento de la máquina. 		

Rutina semanal	Lubricación y engrase:	Lubricar con grasa los engranajes y cadenas.
	Personal Autorizado.	Operario.
	Equipos de protección	- Uniforme y botas de seguridad con casquillo. - Lentes transparentes. - Protector auditivo. - Guantes de tela con punta de PVC.
	Materiales	- Aceite lubricante Champion Special en espray.
Procedimiento:		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lubricar con suficiente grasa todos los engranajes y cadenas que se encuentran en la máquina. ➤ Para realizar esta operación, es preferible “APAGAR” la máquina. 		

3.7.5. Instrucciones de Operación.

Verificar la lubricación de los diferentes sistemas sometidos a fricción de los elementos de la máquina.

observar el ajuste de todas las partes y la ausencia de objetos sueltos que puedan afectar el correcto funcionamiento de la máquina.

Preparar la carga del producto y la cantidad del material para el empaquetamiento.

Regular los vasos telescópicos a través del tornillo regulador según el peso que se requiere.

Girar el sistema dosificador para verificar que se encuentra operativo y evitar problemas de atascamiento.

En caso de atascamiento se debe detener la maquina mediante el botón de paro.

Encender el equipo y verificar la temperatura de las mordazas vertical y horizontal.

La máquina empezará trabajar haciendo el llenado, sellado y corte para obtener el empacado.

La máquina debe ser desconectada del todo una vez parada su marcha.

3.8. Recomendaciones.

La máquina, fue construida específicamente para empacar arroz, sin embargo, se puede utilizar para otro tipo de cereal o producto todo depende de la masa a empacar, y de ser necesario se puede volver a diseñar los vasos dosificadores.

Para un sistema más fiable es recomendable que el PLC también controle el circuito de neumático, esto facilita incluso los procedimientos de empacado.

Realizar un diseño de una carrocería para la máquina para ser transportable de un lugar a otro.

No manipular componentes de la máquina en marcha.

No utilizar la máquina para propósitos no descritos en el manual.

Utilizar guantes para la manipulación de componentes de la máquina y durante los procesos del plegado.

Utilizar gafas y botas de protección.

No trabajar sin la protección que equipan la máquina.

Mantener una distancia de seguridad entre la máquina y el operario durante el tiempo que la maquina este en marcha.

La máquina no debe ser utilizado por menores de edad.

Recordar la obligación a los operarios que trabajen con la maquina deben llevar gafas, guantes y calzado de seguridad.

3.9. Conclusiones

Se determinó que las características producto a envasar, densidad y volumen son las variables independientes de la investigación porque producen un cambio en las variables dependientes que para este caso son el diseño, la potencia y la velocidad de la máquina.

Mediante una matriz morfológica y 2 evaluaciones técnicas y económicas en la primera se evaluaron 5 alternativas para determinar la viabilidad de cada proyecto en lo referente al sistema mecánico y para el sistema automatizado se tomaron tres alternativas de las cuales el PLC siemens resulto ser la opción más adecuada debido a la precisión y mejor automatización de la máquina.

La máquina tendrá la capacidad de empacar fundas desde 1kg Hasta 2 Kg los vasos dosificadores tienen la función de adecuarse al volumen seleccionado, los vasos fueron diseñados según la densidad del arroz.

Se realizó el cálculo teórico tomando en cuenta un factor de seguridad de 2 recomendados según la norma ASME. El eje, rodamientos, chaveta son algunos de los elementos principales de la máquina, se tuvo gran consideración al momento del diseño realizando el análisis de carga estática para asegurar el buen y correcto funcionamiento de la máquina.

Se modeló los componentes con la ayuda del software SOLIDWORKS, el cual es de bastante ayuda al momento visualizar el modelo final de la pieza, mejorando la toma de decisiones al momento de diseñar componentes mecánicos.

Mediante el software FEA de SolidWorks, se obtuvo de los elementos principales los siguientes resultados: factores de seguridad mayores a 2, los desplazamientos son menores a 1 mm y las tensiones generadas se

encuentran dentro del límite elástico, estos valores nos aseguran un correcto diseño y posterior funcionamiento de la máquina.

Se diseñó el sistema neumático y la selección de los cilindros de la teniendo en cuenta el manual de FESTO y la seguridad del operador, de la maquina empacadora de arroz.

Se seleccionó los componentes del sistema de control con ayuda de manuales y sus respectivas especificaciones técnicas.

Se realizó el lenguaje de programación con el software LADER para el sistema de control de la máquina.

La máquina empacadora para fundas de arroz tiene un costo total de **\$4922,372** dólares.

Se elaboró los planos de acuerdo con las normas técnicas peruanas NTP: ICS 01.100.01 y las normas UNE 1032 de dibujo técnico en general con la necesidad de plasmar en el plano (dos dimensiones) la representación de objetos tridimensionales, así como de poder construir las piezas partiendo de los planos correspondientes.

Se elaboró el plan de mantenimiento clasificando las rutinas en: diarias, semanales, mensuales, semestrales y anuales. Ayudando a facilitar una mejor operación y del mismo modo asegurar la vida útil de la máquina.

Se elaboró el manual instrucciones de la máquina brindando las pautas para el transporte, nivelación, área de trabajo y características principales de la máquina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IV. Referencias Bibliográficas

- Dangond B, I. (2015). La problemática arrocerera.
- Di Paola, M. M. (2004). *La producción de arroz*.
- Eduardo, B., & Daniel, g. (3 de septiembre de 2005). *Eliminación de microorganismos*. Obtenido de <http://www.fing.edu.uy/iq/cursos/qica/repart/qica1/desinfec.pdf>
- Erwin, b. s., & José, c. a. (agosto de 2005). diseño y construcción de un generador de ozono para plicación de purificación de agua. Cuernavaca Morelos, México.
- FERREIRA, O. (2008). *AUTOMATIZACION EMPACADORA DE GRANOS*. MEXICO,DF: INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL.
- Indira Marcela, G. B. (2004). Diseño y montaje de un control de nivel para una envasadora de lácteos. manizales, caldas, Colombia.
- Jhoanna, f., & Emilis, b. (2009). *Inyector vénturi*. venezuela: monografias.com. Obtenido de www.monografias.com
- Jhonny Fredy, D. S. (2010). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EMPAQUE BAG IN BOX DE 15 LITROS PARA EMPACAR ACEITE DE USO INSTITUCIONAL, PARA LA EMPRESA RAMBAL S.A. bucaramanga, santander, Colombia.
- Julca Briceño, B. M. (2010). *Las Exportaciones Peruanas de Arroz y los Problemas del Mercado Interno*. Perú.
- LTDA), T. (2014). Máquinas de ultimo tecnología.
- Medina Carrillo, A. F. (2013). *-Diseño y construcción de una máquina dosificadora y empacadora controlada por PLC para la línea de producción de snacks*. Piura.
- Rojas, M. R. (s.f.). *webs.ono*. Obtenido de <http://webs.ono.com/>: http://webs.ono.com/mariadoloresmarin/PDF/F2b_12_VO_MO.pdf
- Ruben Dario, O. N. (2013). *Diseño y construcción de una máquina para envasado de agua*. méxico: Universidad nacional autónoma de méxico.
- Rubén Eladio, A. A., & José Miguel, M. C. (Octubre de 2011). Diseño de modelo de máquina empacadora de bolsas prefabricadas tipo doypack. Bulevar los proceres, San Salvador, El Salvador.
- Ruiz, C. A., & Tuapanta, J. L. (febrero de 2012). mejoramiento de la calidad del proceso de envasado de vino en polietileno aluminizado tubular continuo. Quito, Ecuador.

- Tecnológico, A. c., & ITDI. (4 de noviembre de 2007). *MANUAL DE APLICACIONES DEL OZONO PARA EL CONTROL DE LEGIONELLA*. Obtenido de https://www.ainia.es/html/archivos/manual_de_aplicaciones_del_ozono_para_el_control_de_legionella.pdf
- ZAPATA MORENO, E. P. (2008). *empacadora , dosificadora y selladora neumatica controlado por PLC*. Mexico.

ANEXOS

Anexo N° 01 Toma De Datos De La Densidad Del Arroz.



Anexo N° 02 Acero AISI 304

Tabla A-22

Resultados de ensayos a la tensión de algunos metales* Fuente: J. Dato, "Solid Materials", capítulo 32, en Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke y Thomas H. Boresi, Jr. (editores en jefe) Standard Handbook of Machine Design, 3a. ed., McGrawHill, Nueva York, 2004, pp. 32.49-32.52.

Número	Material	Condición	Resistencia (a la tensión)					Resistencia a la deformación, exponente m	Resistencia a la fractura σ_f
			Fluencia S_y [†] MPa (ksi)	Última S_u [†] MPa (ksi)	A la fractura, σ_f [†] MPa (ksi)	Coficiente σ_y [†] MPa (ksi)			
1018	Acero	Recocido	220 (32.0)	341 (49.5)	628 (91.1) [†]	620 (90.0)	0.25	1.05	
1144	Acero	Recocido	358 (52.0)	646 (93.7)	898 (130) [†]	992 (144)	0.14	0.49	
1212	Acero	H/R	193 (28.0)	424 (61.5)	729 (106) [†]	758 (110)	0.24	0.85	
1045	Acero	TyR 600F	1 520 (220)	1 580 (230)	2 380 (345)	1 880 (273) [†]	0.041	0.81	
4142	Acero	TyR 600F	1 720 (250)	1 930 (280)	2 340 (340)	1 760 (255) [†]	0.048	0.43	
303	Acero inoxidable	Recocido	241 (35.0)	601 (87.3)	1 520 (221) [†]	1 410 (205)	0.51	1.16	
304	Acero inoxidable	Recocido	276 (40.0)	568 (82.4)	1 600 (233) [†]	1 270 (185)	0.45	1.67	
2011	Alación de aluminio	T6	169 (24.5)	324 (47.0)	325 (47.2) [†]	620 (90)	0.28	0.10	
2024	Alación de aluminio	T4	296 (43.0)	446 (64.8)	533 (77.3) [†]	689 (100)	0.15	0.18	
7075	Alación de aluminio	T6	542 (78.6)	593 (86.0)	706 (102) [†]	882 (128)	0.13	0.18	

*Los valores a tensión de los metales para aceros y para aluminio están especificados en tiempo de deformación por fractura por lo menos en 100%.

[†]Nótese.

Anexo N° 03. Acero AISI 304 y 316L

Resistencia la Tracción Tensile Strength - Rm			Limite Elástico Yield Point Rp 0.2%		Alargamiento Elongation E= 50mm	DUREZA HR _b Max	DUREZA HB Brinell Max	ASTM AISI
Kg/mm ²	N/mm ² x		Kg/mm ²	N/mm ² Min	A% Min			
50 - 85	515	950	30	260	40	95	217	201
75 - 85	750	870	21	205	35	95	217	205
52 - 95	515	950	21	205	40	95	217	301
52 - 70	500	700	21	190	35	90	230	303
50 - 75	515	750	21	205	40	92	201	304
50 - 65	485	680	18	170	40	92	201	304L
50 - 75	515	740	21	205	40	92	201	304H
50 - 70	500	670	25	200	40	92	201	304L
50 - 75	515	740	21	205	40	92	217	304LN
50 - 75	515	750	25	205	30	95	217	309
50 - 75	515	750	21	205	40	95	217	309S
50 - 75	515	700	21	205	40	95	217	310S
50 - 75	550	750	25	230	30	95	223	314
50 - 75	515	735	21	205	40	95	217	316
50 - 70	485	680	18	170	40	95	217	316L
50 - 80	515	780	21	205	40	95	217	316LN

Anexos N° 04 Guía de análisis de documentos

ÍTEM	FINALIDAD	APLICACIÓN
OHSAS 18001	Seguridad y Salud Ocupacional para cada empleado y empleador.	Se tendrá en cuenta dicha norma para el diseño de la máquina en cuanto a la salud ocupacional del operario.
ISO 12192	Se encarga de representar los símbolos que se deben utilizar en los esquemas neumáticos.	La norma se realizará los planos neumáticos con la simbología correcta.
Decreto Legislativo N° 1062 “Ley de Inocuidad de los Alimentos”	Garantizar la inocuidad de los alimentos destinados al consumo humano.	Se aplicará con el fin de proteger la vida y la salud de las personas, con un enfoque preventivo e integral, a lo largo de toda la cadena alimentaria.
ISO 9001	Es una norma internacional que se aplica al sistema de gestión de calidad (SGC)	Se usará para determinar la calidad de la máquina a diseñar y el producto
Ley N° 29571 “Código de Protección y Defensa del Consumidor”	Los consumidores tienen derecho a consumir alimentos inocuos.	Se aplicará a los proveedores son responsables de la inocuidad de los alimentos que ofrecen en el mercado, de conformidad con la legislación sanitaria.

TABLA 19 GUÍAS DE ANÁLISIS DE DOCUMENTOS

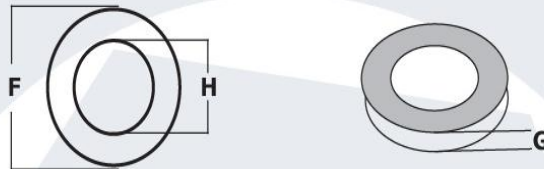
Fuente: Elaboración Propia.

**Anexos N° 05 LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD
SANTARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS**

Atributo	Especificación	Referencia
Calidad¹⁾		
Sabor y olor	Cumplir con el numeral 4.1.1 de la NTP de la referencia	NTP 209.001:1983 (Revisada el 2012) ACEITES VEGETALES COMESTIBLES. Definiciones y requisitos generales
Partículas extrañas	Cumplir con el numeral 4.1.3 de la NTP de la referencia	
Agua	Cumplir con el numeral 4.1.4 de la NTP de la referencia	
Acidez	Cumplir con el numeral 4.1.6 de la NTP de la referencia	
Índice de peróxido	Cumplir con el numeral 4.1.7 de la NTP de la referencia	
Resistencia al frío (aplicable solo para aceites winterizados)	Cumplir con el numeral 4.1.9 de la NTP de la referencia	
Aceite mineral	Cumplir con el numeral 4.1.8 de la NTP de la referencia	
Sinérgicos antioxidantes ²⁾	Cumplir con lo indicado en el numeral 4.1.11 de la NTP de la referencia	
Inocuidad		
Límite Máximo de Residuos (LMR) de plaguicidas	No deberá exceder los límites máximos permisibles de plaguicidas fijados en la norma nacional o, en ausencia de ésta, establecidos por el <i>Codex Alimentarius</i>	Normas del <i>Codex Alimentarius</i> para Residuos de Plaguicidas en los Alimentos y Piensos ³⁾
Metales Pesados	Arsénico (As): Nivel máximo (NM) 0,1 mg/kg Plomo (Pb): Nivel máximo (NM) 0,1 mg/kg	CODEX STAN 210-1999 Rev. 3 (2009), Enmienda 2 (2011) CODEX STAN 193-1995 Adoptada en 1995, Revisada en 1997, 2006, 2008, 2009, Enmendada en 2010
Notas:		
<p>1) Para los aceites puros, deberán considerarse las especificaciones relativas a la calidad: acidez libre, índice de peróxido, densidad relativa (20 °C/agua a 20 °C), índice de saponificación, índice de refracción, índice de iodo, materia insaponificable, establecidas en la Norma Técnica Peruana específica (NTP 209.107-Aceite de Semilla de Soya, NTP 209.106-Aceite de Semilla de Algodón, NTP 209.139-Aceite de Maíz, etc.).</p> <p>2) Excepto Citrato de monoglicéridos y Citrato de isopropilo en mezcla.</p> <p>3) Para el caso de aceites vegetales que no cuenten con LMR de plaguicidas referenciados en el <i>Codex Alimentarius</i>, se tomará como referente los LMR para la matriz vegetal de la cual deriva dicho producto</p>		

ANEXO N° 06: Arandela plana A304.

ORIGEN	NOMBRE	NORMA	EMPAQUE	MATERIAL
IMPORTADO	ARANDELA PLANA ACERO INOXIDABLE	ANSI B.18.22.1	GRANEL	ACERO INOXIDABLE AISI A-304



H	F	G
DIÁMETRO INTERNO	DIÁMETRO EXTERNO	ESPESOR mm
1/8"	27/64"	1.24
5/32"	1/2"	1.25
3/16"	9/16"	1.25
1/4"	3/4"	1.65
5/16"	7/8"	1.65
3/8"	1"	1.65
7/16"	1-1/8"	1.65
1/2"	1-1/4"	2.40
9/16"	1-1/2"	2.40
5/8"	1-3/4"	2.40
3/4"	2"	3.40

Una arandela es un disco delgado con un agujero, por lo común en el centro. Normalmente se utilizan para soportar una carga de apriete. Entre otros usos pueden estar el de espaciador, de resorte, dispositivo indicador de precarga y como dispositivo de seguro. Las arandelas normalmente son de metal o de plástico. Los tornillos con cabezas de alta calidad requieren de arandelas de algún metal duro para prevenir la pérdida de pre-carga una vez que el par de apriete es aplicado.

ACERO AL CROMO NÍQUEL

RESISTENCIA A LA FLUENCIA	RESISTENCIA MAXIMA	ELONGACION	REDUCCIÓN DE AREA	MODULO DE ELASTICIDA	PROPIEDAD FISICA
310 MPa (45KSI)	620 Mpa (90KSI)	30% (en 50mm)	40%	200 Gpa (29000 KSI)	7.8 g/cm ³ (0.28 lb/in ³)

ANEXO N° 07: Tubo ASTM A53.

Norma ASTM

Tubos sin Soldadura

Espesores de la Tubería ASTM (mm)

Pulgadas	Diametro Exterior	STD	XS	XXS	SCH 10	SCH 20	SCH 30	SCH 40	SCH 60	SCH 80	SCH 100	SCH 120	SCH 140	SCH 160
1/8"	10,3	1,73	2,14					1,73		2,41				
1/4"	13,7	2,24	3,02					2,24		3,02				
3/8"	17,1	2,31	3,20					2,31		3,20				
1/2"	21,3	2,77	3,73	7,47				2,77		3,73				4,78
3/4"	26,7	2,87	3,91	7,82				2,87		3,91				5,56
1"	33,4	3,38	4,55	9,09				3,38		4,55				6,35
1 1/4"	42,2	3,56	4,85	9,70				3,56		4,85				6,35
1 1/2"	48,3	3,68	5,08	10,16				3,68		5,08				7,14
2"	60,3	3,91	5,54	11,07				3,91		5,54				8,74
2 1/2"	73,0	5,16	7,01	14,02				5,16		7,01				9,52
3"	88,9	5,49	7,62	15,24				5,49		7,62				11,12
3 1/2"	101,6	5,74	8,08					5,74		8,08				
4"	114,3	6,02	8,56	17,12				6,02		8,56		11,13		13,49
5"	141,3	6,55	9,52	19,05				6,55		9,52		12,70		15,87
6"	168,3	7,11	10,97	21,95				7,11		10,97		14,27		18,24
8"	219,1	8,18	12,70	22,22		6,35	7,04	8,18	10,31	12,70	15,06	18,24	20,62	23,01
10"	273,0	9,27	12,70			6,35	7,80	9,27	12,70	15,06	18,24	21,41	25,40	28,57
12"	323,8	9,53	12,70			6,35	8,38	10,31	14,27	17,45	21,44	25,40	28,57	33,32
14"	355,6	9,53	12,70		6,35	7,92	9,53	11,13	15,06	19,05	23,83	27,79	31,75	35,71
16"	406,4	9,53	12,70		6,35	7,92	9,53	12,70	16,66	21,44	26,19	30,96	36,53	40,49
18"	457,2	9,53	12,70		6,35	7,92	11,13	14,27	19,05	23,83	29,36	34,93	39,67	45,24
20"	508,0	9,53	12,70		6,35	9,53	12,70	15,09	20,62	26,19	32,54	38,10	44,45	50,01
24"	609,6	9,53	12,70		6,35	9,53	14,27	17,48	24,61	30,96	38,89	46,02	52,37	59,54
30"	762,0	9,53	12,70		7,92	12,70	15,88							

Norma ASTM

Características

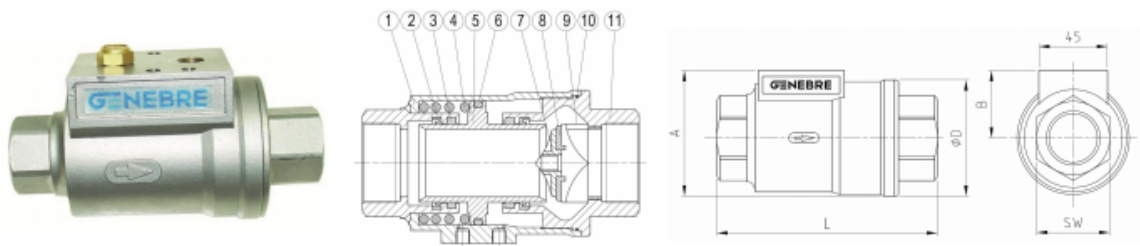
CALIDAD: A 53-07 / A 106-06 / API5L 2007 - GRB / X42 hasta 6". Posibilidad de otras calidades
SUMINISTRO: Largos comerciales y largos dobles
TOLERANCIAS: Según normas aplicables
CERTIFICADOS DE FABRICACIÓN: EN 10204 3.1.B Otros ensayos y homologaciones, previa consulta
CONDICIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO: Los tubos estarán marcados con pintura indeleble y tendrán al menos los siguientes datos:
 Anagrama del fabricante, norma, dimensiones y número de colada
 En negro. Posibilidad de suministro con diferentes tratamientos y acabados superficiales
ACABADO:

Anexo N° 09: Valvula Neumático De Corredera 5062

GENEBRE

DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS

Ref	Medida/Size	PN	Dimensiones / Dimensions (mm)					SW	Peso/Weight (Kg)
			A	B	D	L			
5062 03	3/8"	16	54	31	46	98	22	0.80	
5062 04	1/2"	16	59	33	52	112	26.5	1.00	
5062 05	3/4"	16	70	38	64	135	35	1.50	
5062 06	1"	16	76	41	69	143	41	1.92	
5062 07	1 ¼"	16	92	49	86	165	50	3.06	
5062 08	1 ½"	16	102	54	96	180	56	3.76	
5062 09	2"	16	114	60	108	207	70	5.71	



N°	Denominación / Name	Material	Acabado Superficial/Surface Treatment
1	Cuerpo / Body	Acero Inox AISI 304 / SS 304	Granallado / Shot blasting
2	Anillo Y / Y-Ring	EPDM	-----
3	Tórica / O'ring	EPDM	-----
4	Muelle / Spring	Acero Inox AISI 304 / SS 304	-----
5	Pistón / Piston	Acero Inox AISI 304 / SS 304	-----
6	Tórica / O'ring	EPDM	-----
7	Tuerca / Nut	Acero Inox AISI 304 / SS 304	-----
8	Asiento / Seat	EPDM	-----
9	Núcleo / Core	Acero Inox AISI 304 / SS 304	-----
10	Tórica / O'ring	EPDM	-----
11	Tapa / Cap	Acero Inox AISI 304 / SS 304	Granallado / Shot blasting

Anexo N° 10: MotorReductor NMRV 040

0.33 HP

Output speed RPM	Service factor sf	Output torque in-lbs	Exact ratio i	Max. torque in-lbs	OHL Output shaft lbs	Gearmotor		Gear Reducer	
						Reducer	Motor	Reducer	NEMA C-input
350	3.0	53	5	160	125	NMRV030	63D4	NMRV030	48C
233	2.1	77	7.5	160	143	NMRV030	63D4	NMRV030	48C
175	1.6	100	10	160	157	NMRV030	63D4	NMRV030	48C
175	3.6	103	10	370	302	NMRV040	63D4/71A4	NMRV040	56C
117	1.1	141	15	160	180	NMRV030	63D4	NMRV030	48C
117	2.5	150	15	370	346	NMRV040	63D4/71A4	NMRV040	56C
88	1.9	191	20	361	381	NMRV040	63D4/71A4	NMRV040	56C
88	3.4	193	20	656	522	NMRV050	71A4	NMRV050	56C
70	1.4	230	25	328	410	NMRV040	63D4/71A4	NMRV040	56C
70	2.6	233	25	597	563	NMRV050	71A4	NMRV050	56C
58	1.6	257	30	403	436	NMRV040	63D4/71A4	NMRV040	56C
58	2.8	265	30	740	598	NMRV050	71A4	NMRV050	56C
44	1.2	319	40	378	479	NMRV040	63D4/71A4	NMRV040	56C
44	2.1	329	40	689	658	NMRV050	63D4/71A4	NMRV050	56C
44	3.6	348	40	1261	860	NMRV-P063	71A4	NMRV-P063	56C
35	1.7	387	50	647	709	NMRV050	63D4/71A4	NMRV050	56C
35	2.9	411	50	1208	927	NMRV-P063	71A4	NMRV-P063	56C
29	1.4	435	60	605	753	NMRV050	63D4/71A4	NMRV050	56C
29	2.4	466	60	1135	985	NMRV-P063	71A4	NMRV-P063	56C
29	3.6	488	60	1778	1162	NMRV-P075	71A4	NMRV-P075	56C
22	1.0	522	80	546	829	NMRV050	63D4/71A4	NMRV050	56C
22	1.8	574	80	1027	1084	NMRV-P063	71A4	NMRV-P063	56C
22	2.7	602	80	1632	1279	NMRV-P075	71A4	NMRV-P075	56C
22	3.8	631	80	2397	1416	-	-	NMRV-P090	56C
18	1.5	646	100	992	1168	NMRV-P063	71A4	NMRV-P063	56C
18	2.2	692	100	1517	1378	NMRV-P075	71A4	NMRV-P075	56C
18	3.1	740	100	2271	1525	-	-	NMRV-P090	56C

Anexo N°11: Piñones Simples DIN-8187

PIÑONES / NORMA BS

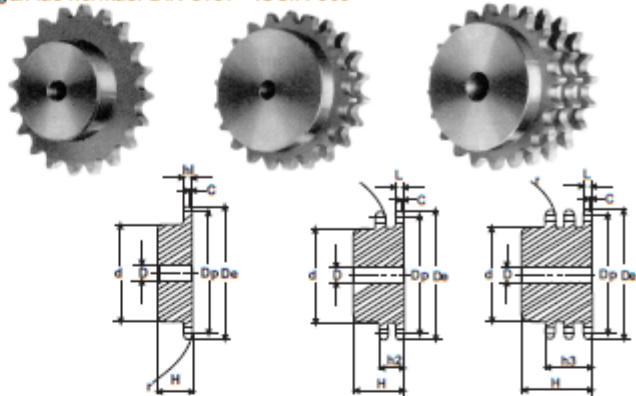


Piñones para cadena simple, doble y triple de rodillos según las normas: DIN 8187 - ISO/R 606

1/2" x 5/16"

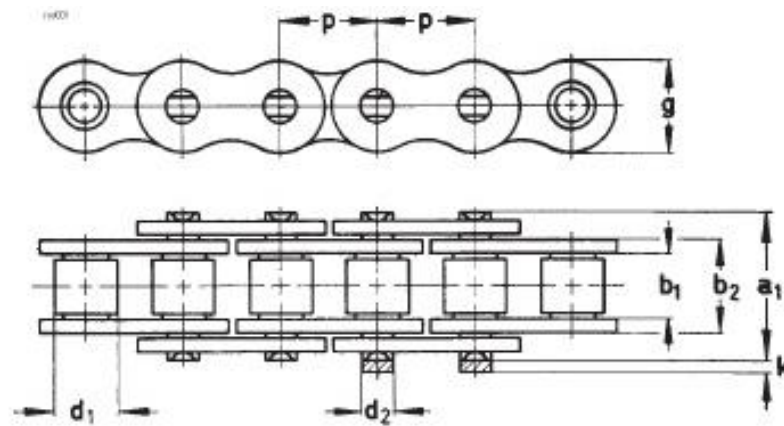
08B - 1-2-3 12,7 x 7,75 mm

CADENA:		ISO
		mm
Paso		12,70
Ancho interno		7,75
Rodillo ø		8,51
PIÑONES		ISO
		mm
Radio diente r	r	13,0
Ancho radio C	C	1,3
Ancho diente h ₁	h ₁	7,2
Ancho diente L	L	7,0
Ancho diente h ₂	h ₂	21,0
Ancho diente h ₃	h ₃	34,9
Altura total H	H	-



Z	De	Dp	PS			PD			PT		
			d	D	H	d	D	H	d	D	H
8	37,2	33,18	20	10	25	20	10	32	20	10	46
9	41,0	37,13	24	10	25	24	10	32	24	12	46
10	45,2	41,10	26	10	25	28	10	32	28	12	46
11	48,7	45,07	29	10	25	32	12	35	32	14	50
12	53,0	49,07	33	10	28	35	12	35	35	14	50
13	57,4	53,06	37	10	28	38	12	35	38	14	50
14	61,8	57,07	41	10	28	42	12	35	42	14	50
15	65,5	61,09	45	10	28	46	12	35	46	14	50
16	69,5	65,10	50	12	28	50	14	35	50	16	50
17	73,6	69,11	52	12	28	54	14	35	54	16	50
18	77,8	73,14	56	12	28	58	14	35	58	16	50
19	81,7	77,16	60	12	28	62	14	35	62	16	50
20	85,8	81,19	64	12	28	66	14	35	66	16	50
21	89,7	85,22	68	12	28	70	16	40	70	20	55
22	93,8	89,24	70	12	28	70	16	40	70	20	55
23	98,2	93,27	70	14	28	70	16	40	70	20	55
24	101,8	97,29	70	14	28	75	16	40	75	20	55
25	105,8	101,33	70	14	28	80	16	40	80	20	55
26	110,0	105,36	70	16	30	85	20	40	85	20	55
27	114,0	109,40	70	16	30	85	20	40	85	20	55
28	118,0	113,42	70	16	30	90	20	40	90	20	55
29	122,0	117,46	80	16	30	95	20	40	95	20	55
30	126,1	121,50	80	16	30	100	20	40	100	20	55
31	130,2	125,54	90	16	30	100	20	40	110	20	55
32	134,3	129,56	90	16	30	100	20	40	110	20	55
33	138,4	133,60	90	16	30	100	20	40	110	20	55
34	142,6	137,64	90	16	30	100	20	40	110	20	55
35	146,7	141,68	90	16	30	100	20	40	110	20	55
36	151,0	145,72	90	16	35	110	20	40	120	25	55
37	154,6	149,76	90	16	35	110	20	40	120	25	55
38	158,6	153,80	90	16	35	110	20	40	120	25	55
39	162,7	157,83	90	16	35	110	20	40	120	25	55
40	166,8	161,87	90	16	35	110	20	40	120	25	55

Anexo N° 12: Cadenas De Rodillos Simples DIN-8187 Acero Inoxidable

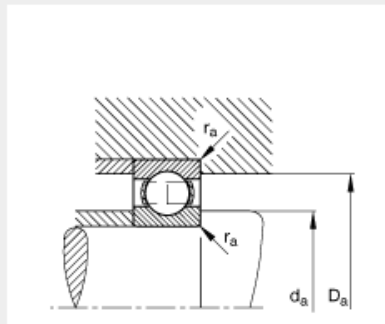
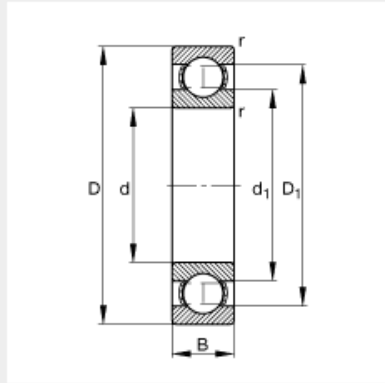


Paso <small>(pitch)</small>	Ancho interior eslabón interior	Ancho eslabón interior	Rodillo \varnothing	Bulón \varnothing	Ancho de malla medida	Sobre-medida	Ancho sobre remache	Superf. de trab.	Carga de rotura mínima	Peso
p	b₁ min.	b₂ max.	d₁ max.	d₂ h9	g max.	k max.	a₁ max.	f	F_B min.	q ≈
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	N	kg/m
8	3,0	4,77	5,0	2,31	7,1	3,1	8,6	0,11	4000	0,18
9,525	5,72	8,53	6,35	3,28	8,3	3,3	13,5	0,28	7000	0,41
12,7	3,3	5,8	7,75	3,66	9,9	1,5	10,2	0,21	7000	0,28
12,7	4,88	7,2	7,75	3,66	9,9	1,5	11,2	0,28	7000	0,33
12,7	7,75	11,3	8,51	4,45	11,8	3,9	17,0	0,50	12000	0,70
15,875	9,65	13,28	10,16	5,08	14,7	4,1	19,6	0,67	14500	0,91
19,05	11,68	15,62	12,07	5,72	16,1	4,6	22,7	0,89	18500	1,18
19,05	12,7	17,75	11,91	5,94	18,1	4,6	26,9	1,06	20000	1,58
25,4	17,02	25,45	15,88	8,28	21,1	5,4	36,1	2,10	40000	2,50

Anexo N° 13: Rodamiento Rígido 6004 DIN 625-1

Rodamiento rígido a bolas 6004

medidas principales según DIN 625-1



d	20 mm
D	42 mm
B	12 mm

D₁	35,5 mm
D_{a max}	38,8 mm
d₁	26,6 mm
d_{a min}	23,2 mm
r_{a max}	0,6 mm
r_{min}	0,6 mm

m	0,069 kg	Peso
C_r	10000 N	Capacidad de carga dinámica, radial
C_{0r}	5000 N	Capacidad de carga estática, radial
n_G	24800 1/min	Velocidad límite
n_B	18200 1/min	Velocidad de referencia
C_{ur}	255 N	Carga límite de fatiga, radial

Anexo N° 14: Electrovalvula 5/2 vias con bobinas MFH 1/8

Electroválvulas MFH Tiger Classic

FESTO

Hoja de datos: válvulas de 5/2 vías

-  - Caudal
500 ... 3700 l/min
-  - Tensión
12, 24, 42, 48 V DC
24, 42, 48, 110, 230,
240 V AC

Juegos de piezas de recambio → 21



Datos técnicos generales				
Conexión neumática		G1/8	G1/4	G1/2
Función de válvula		Válvulas monoestables de 5/2 vías		
Construcción		Válvula de asiento		
Principio de estanquidad		Juntas de material sintético		
Tipo de accionamiento		Eléctrico		
Forma de reposición		Muelle mecánico		
Tipo de mando		Servopilotaje		
Sentido del flujo		Irreversible (reversible con alimentación externa de aire de pilotaje)		
Alimentación del aire de pilotaje		Interna o externa		
Función de escape		Con estrangulación		
Accionamiento manual auxiliar		Enclavable		
Tipo de fijación		Mediante taladros		
Posición de montaje		Indistinta		
Diámetro nominal	[mm]	5	7	14
Caudal nominal	[l/min]	500	1000	3700
Peso del producto	[g]	270	290	1135

Condiciones de funcionamiento y del entorno					
Conexión neumática		G1/8	G1/4	G1/2	
Fluido de trabajo		Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]			
Nota sobre el fluido de trabajo/mando		Es posible el funcionamiento con aire comprimido lubricado (lo cual requiere seguir utilizando aire lubricado)			
Presión de funcionamiento	Alimentación interna del aire de pilotaje	[bar]	1,8 ... 8	2,2 ... 8	2 ... 8
	Alimentación externa del aire de pilotaje	[bar]	0 ... 10	0 ... 8	0 ... 8
Presión de pilotaje		[bar]	1 ... 8	1,5 ... 8	1,5 ... 8
Temperatura ambiente		[°C]	-5 ... +40		
Temperatura del fluido		[°C]	-10 ... +60		
Características del material			Conformidad con RoHS		

ANEXO N° 15: Cilindros Neumático DSNU

Cilindros normalizados DSNU/DSNUP/DSN/ESNU/ESN, ISO 6432

FESTO

Características

Informaciones resumidas



ISO 6432
DIN ISO 6432

DIN

- Los cilindros redondos de tipo estándar con vástagos de diámetros desde 8 hasta 25 mm corresponden a las normas ISO 6432, DIN ISO 6432. Las variantes están basadas en esas normas.
- Los componentes de esta serie no se pueden reparar
- Vástago de acero inoxidable
- Las culatas están unidas a la camisa por medio de un rebordoneado

Numerosas variantes

DSNU-...

- Camisa del cilindro de acero inoxidable
- Culata delantera y trasera de aleación de forja de aluminio



DSNUP-...

- Camisa del cilindro de aleación de forja de aluminio
- Culata anterior y posterior de poliamida
- Solución ventajosa



DSNU/ESNU-...MA

- Culata anterior con brida roscada
- Culata posterior corta con conexión axial del aire comprimido



DSNU-...MQ

- Culata anterior con brida roscada
- Culata posterior corta con conexión transversal del aire comprimido



DSNU-...MH

- Montaje directo en la culata anterior
- Culata posterior corta con conexión transversal del aire comprimido



DSNU-...KP

- Con unidad de sujeción



DSNU-...Q

- Con vástago cuadrado









ANEXO N° 16: Cilindros Neumático DNC

Cilindros normalizados DNC, ISO 15552

FESTO

Cuadro general de productos

Funcionamiento	Ejecución	Tipo	Díámetro del émbolo	Carrera	Detección de posiciónes	A	Q	Doble vástago hueco	No son de vástago perforado	K2	K3	K5	
			[mm]	[mm]									
Doble efecto	Tipo básico												
		DNC	32, 40, 50, 63, 80, 100, 125	20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 125, 150, 160, 200, 250, 300, 320, 400, 500	10 ... 2000	■	■	■	■	■	■	■	
	Patrón de taladros normalizado, con unidad de bloqueo												
		DNC-KP	32, 40, 50, 63, 80, 100, 125	-	10 ... 2000	■	■	■ S2	■	■	■	■	
		DNC-KE	40, 63, 100	-	10 ... 2000	■	-	-	-	-	-	-	
	Patrón de taladros normalizado, con bloqueo en el final de carrera												
		DNC-...EL	32, 40, 50, 63, 80, 100	-	10 ... 2000	■	-	■ S2	■	■	■	■	
	Distribución de conexiones normalizada, combinaciones de cilindros y válvulas												
	DNC-V1 ... V6	32, 40, 50, 63, 80, 100	-	100 ... 2000	■	■	■	■	■	■	■		
Patrón de taladros normalizado, cilindro tándem													
	DNCT	32, 40, 50	-	2 ... 500	■	-	-	-	-	-	-		
		63, 80, 100, 125		3 ... 500									

PLANOS